بسم الله الرحمن الرحيم

لومړی فصل

د فزيکي کميتونو اندازه کول

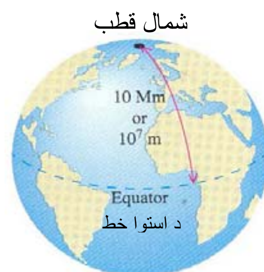
سريزه: فزيک د طبيعي علومو يوه خورا مهمه څانګه او تجربي علم دي. فزيک له تجربو او اندازه کولو سره سروکار لري. د فزيک زده کړه او مطالعه د فزيکي کميتونو د اندازه کولو له څرنګوالي نه پيل کوو. له دی کميتونو نه کولې شو له طول، کتلې، وخت، تودوخې، فشار او برښنايي مقاومت نه نوم واخلو. په فزيک کې د هرې پوښتنې د ځواب لپاره بايد تجربه تر سره شي. په فزيک کې هر شی چې د اندازه کولو وړوي د کميت په نوم ياديږي يا دا چې کله د يوه عدد ښی آړخ ته واحد وليکل شي د ايو فزيکي کميت ارائيه کوي لکه 5m، 7N، 10 C° او داسې نور.

د يوه فزيکي کميت د توصيف او پيژندنې لپاره لومړی واحد معرفي کوو. د هر فزيکي کميت واحد بايد د هغه کميت له جنسه وي داسې چې نومړې واحد ټو ځله په هغه کميت کې شامل وي. واحد بايد داسې وټاکل شي چې د وخت او ځاې په نسبت بدلون ونه کړي او د نړی ټول وګړي ورڅخه يوشان ګټه واخلي او يو شان يې وکاروي. له اندازه کولو نه موخه د يوه فزيکي کميت پرتله د هغه له واحد سره ده. په فزيک کې ډير زيات کميتونه وجود لري چې په اصلي او فرعي باندې ويشل کيږي. د ميخانيک فزيک اصلي کميتونه طول، کتله او وخت دي.

۱–۱: مقياسونه او واحدونه

فزيک يو تجربی علم دي او په معمولي توګه د اندازې اخيستلو د پايلو د بيان لپاره د عددونو او [illegible] عدد چې [illegible] پکې [illegible] د کمې [illegible] کاروو کيږي د فزيکي کميت په نوم يادیږي. [illegible] فزيکي کميتونه [illegible] چې يوازې د اندازې اخيستلو په څرنګوالي سره تعريف او ځانګړې کيږي. دا ډول تعريف ته عملياتي تعريف وايي. خو په ځينې نورو حالتونو کې يو فزيکي کميت د نورو اندازه

اخيستلو وړکميتونو په مرسته بيانيږي. له دې کبله کميتونه په لومړی او دويم ډول او يا په بنسټيز (اساسي) او فرعي باندې ويشل کيږي. د بيلګې په توګه کله چې طول يا اوږدوالې د يوه درجه لرونکې خط کش او يا وخت د يوه ساعت په مرسته اندازه کوو دا دواړه کميتونه بنسټيز کميتونه دي، خو کله چې د يوه خوځنده جسم سرعت د طی کړل شوې واټن (چې د خط کش په مرسته اندازه شوې) او د هغه اړوند وخت (چې د ساعت په مرسته اندازه شوې) له تقسيم څخه په لاس راوړو دويم ډول کميت او يا فرعي کميت دي.
د اندازه کولو په وخت کې هميشه کميت د هغه اړوند واحد سره پرتله کيږي. کله چې وايو د يوه موټړ اوږدوالې $4.29m$ دي دا مانا لري چې د نوموړې موټړ اوږدوالې د ياد شوې درجه لرونکې خط کش 4.29 برابره دي چې د تعريف له مخې د هغه خط کش طول $1m$ دي. دا مقياس د اندازه کولو د واحد په نوم ياديږي. متر د طول واحد او ثانيه د وخت واحد دي. په فزيک کې د يوه کميت د بيان په وخت کې بايد د هغه واحد هم ذکر شي. د بيلګې په توګه د پورته ياد شوې موټړ د طول د بيان لپاره يوازې د 4.29عدد ويل هيڅ مانا نه لري. د اندازه کولو لپاره بايد واحدونه داسې تعريف او وټاکل شي چې په هيڅ ځای کې بدلون ونه کړي او د نړۍ وګړې په هر ځای کې له هغو نه يو شان ګټه واخلي او د هغو د نمونو جوړول په ټولو ځايونو کې شونې وي. کله چې په ۱۷۹۱ کال کې د پاريس د علومو اکادمی د متريک سيستم بنسټ کيښود نو يو متر يې د ځمکې د کرې د استوأ د کرښې او قطب ترمنځ د واټن (۱-۱) شکل يو پر لس ميليونمه ($\frac{1}{10^7}$) برخه او يوه ثانيه يې د يو متر طول لرونکې رقاصې د مسير له يوه انجام نه تر بل انجامه پورې د ليږد وخت تعريف کړ.



(۱- ۱) شکل

دا تعریفونه مشکل او د نمونو جوړول يې هم خورا ګران کار دي. له ۱۸۸۹ کال نه را په دې خوا د اصلي واحدونو تعریف د وزنونو او مقیاسونو د عمومي کنفرانس په واسطه تر سره کیږي. د واحدونو هغه سیستم چې ددې کنفرانس له خوا تعریف شو د متریک سیستم په نوم یادیږي. دا سیستم د SI په توروچې د (System International) لنډیز دي او په فرانسوي ژبه کې د نړیوال سیستم په مانا دي ښودل کیږي.
په میخانیک فزیک کې درې اصلي یا بنسټیز واحدونه وجود لري چې په لاندې ډول مطالعه کیږي.

وخت Time

له ۱۸۸۹ نه تر ۱۹۶۷کل پورې د وخت واحد د لمریزې منځني شپې ورځې (شبانه روز) د یوې ټاکلې برخې په توګه تعریف کیده. یوه شپه ورځ هغه وخت ته ویل کیږي چې ځمکه د خپل محور په شااوخوا یو دوران بشپړ کړي او منځني شپه او ورځ د یوه کال د شوا روزونو منځني قیمت دي. خو د وخت هغه واحد چې له ۱۹۶۷ را په دې خوا منل شوې دي ډیر دقیق او بدلون نه منونکې دي د وخت واحد ثانیه ده او داسې تعریف کیږي.
یوه ثانیه هغه وخت دي چې د هغه په جریان کې د سیزیم – ۱۳۳ اتوم تشعشع، 9192631770 دورانونه یا سایکلونه تر سره کوي.

طول Length

په ۱۹۶۰ کال کې د متر اتومي واحد هم د کریپتون– ۸۶ اتوم د تشعشع نارنجی–سره، طول موج پر بنسټ تعریف شو. د ۱۹۸۳ په نومبر کې د طول واحد بیاله سره او پر بنسټیزه توګه تعریف شو او دا د طول تر ټولو دقیق او اساسي تعریف دي. د نوې تعریف پر بنسټ متر هغه واټن دي چې نور يې په خلا کې $^{1}/_{299792458}$ ثانیو کې طی کوي
په دې اساس په خلا کې د نور د خپریدو سرعت مساوي $299792458\, ^{m}/_{sec}$دي.

کتله Mass

د کتلې واحد د هغې استوانې کتله ده چې د پلاتین–ایریدیوم له الیاژ نه جوړه او پاریس ته نږدې د (Sevres) په ښار کې د وزنونو او مقیاسونو په نړیوال موزیم کې ساتل کیږي.
یو کیلو ګرام په $4°C$ کې د $1dm^3$ خالصو اوبو کتله ده.

۱– ۲ : د اصلي واحدونو اجزأ او اضعاف

د اصلي واحدونو له تعریف نه وروسته د نوموړیو فزیکي کمیتونو لپاره د اصلي واحدونو اجزا او اضعاف تعریفوو. په متریک سیستم کې دا اجزا او اضعاف همیشه د اصلي واحدونو $1/10$ یا د 10 مضربونه دي. د بیلګې په توګه یو کیلو متر (1km) مساوي 1000m او یو سانتي متر (1cm) مساوي $1/100$ متر دي او داسې نور. په معمولي توګه دا نسبتونه د طاقتیزو عددونو په توګه ښودل کیږي، یعنې $1000 = 10^3$ او $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ او داسې نور.

د طول، کتلې او وخت اجزا او اضعاف په لاندې ډول معرفي کیږي.

طول:

یونانو متر $(1nm) = 10^{-9}m$ (د یوه آتوم ځوچنده)
یومیکرومتر $(1\mu m) = 10^{-6}m$ (د یوې باکتریا اندازه)
یو ملي متر $(1mm) = 10^{-3}m$ (د یوه عادي خود کار قلم د نوک اندازه)
یو سانتي متر $(1cm) = 10^{-2}m$ (دکوچنۍ ګوتې د نوک قطر)
یو کیلو متر $(1km) = 10^3 m$ (په لسو دقیقو کې پلې طی کړې شوې واټن)

کتله:

یو میکروګرام $(1\mu g) = 10^{-9}kg$
یو ملي ګرام $(1mg) = 10^{-6}kg$
یو ګرام $(1g) = 10^{-3}kg$

وخت:

(د نور په واسطه د 0.3m واټن وهلو لپاره لازم وخت) S 10^{-9} = $(1ns)$ يوه نانو ثانيه.

(د کمپيوتر په واسطه د جمعي د يوې عمليې د اجرا کولو لپاره لازم وخت) $(1\mu s) = 10^{6}\sec$ يوه ميکرو ثانيه

(په هوا کې د صوت په واسطه د $0.35m$ واټن د طی کولو لپاره لازم وخت) $1(ms) = 10^{-3}\sec$ يوه ملي ثانيه

$(1\min) = 60\sec$ يوه دقيقه

$(1h) = 3600\sec$ يو ساعت

$(1d) = 86400\sec$ يوه ورځ

۱ – ۳: د واحدونو يو په بل اړول راړول:

د فزيکي کميتونو تر منځ د اړيکې د بيان لپاره چې په الجبري علامو سره ځانګړې کيږي الجبري اړيکه ليکي. هره الجبري علامه د يوې اندازې او يوه واحد معرفي کونکې ده. د بيلګې په توګه s، 10 m واټن، t، 5sec وخت او v، $2m/_s$ سرعت ښيي.

په يوه فزيکي اړيکه کې بايد واحدونه په يوه سيستم کې وي لکه څرنګه چې آنار له منو سره نه جمع کيږي، همدارنګه دوه کميتونه هغه وخت يو له بل سره جمع او منفي کيږي چې يوشان واحدونه ولري. د بيلګې په توګه که چيرې يو جسم د v په ثابت سرعت د sواټن د t په وخت کې طی کړي دا کميتونه په لاندې ډول يو د بل سره اړوندوي:

$$s = v \cdot t \qquad (۱-۱)$$

څرنګه چې s په متر اندازه کيږي، بايد $v.t$ هم په متر بيان شي.

که چيرې په پورتنی مثال کې عددونه وکارول شي، نو لرو چې:

$$10m = \frac{2m}{\sec}(5\sec)$$

ليدل کيږي چې $\frac{1}{\sec}$ له sec سره اختصار او په پايله کې m پاته کيږي، واحدونه هم د الجبري علامو په شان ضرب او تقسيم کيږي. په دې طريقه په اساني سره کولی شو

واحدونه له یوه سیستم نه په بل سیستم واړوو. که چیرې د یوه کمیت اندازه په مختلفو واحدونو سره بیان شي بدلون نه کوي. د مثال په توګه د $1min = 60sec$ ویل د 1 او 60 عددونو د تساوي په مانا نه دي، بلکې داسې ویل کیږي چې یوه دقیقه 60 ثانیې ده.

(۱−۱) مثال: 3 min په ثانیو واړوی؟

حل:

$$3\min = 3\min \frac{60\sec}{1\min} = 180\sec$$

(۱− ۲) مثال: دیوې الوتکي سرعت $1019.5\ {}^{km}/_{h}$ دی دا سرعت د m/sce له جنسه پیدا کړئ؟

حل: پوهیږو چې $1km = 10^3 m$ او یو ساعت $3600sec$ دی، نو لیکلی شو چې: s

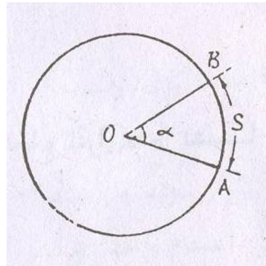
$$1019.5\ {}^{km}/_{h} = 1019.5(\frac{10^3}{km}m)(\frac{1h}{3600\sec}) = 283.2\ {}^{m}/_{\sec}$$

۱− ۴ : زاویه Angle

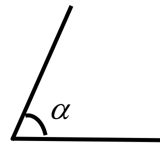
زاویه په دوه ډوله ده، مستوي او فضایي هره یوه یې جدا جدا معرفي کوو:

مستوي زاویه:

مستوي زاویه د فضا یوه برخه ده چې د دوه نیمو خطو په واسطه چې له یوې نقطې نه خارجیږي محدوده شوې ده. (۱ − ۲) شکل.



(ب)



(الف)

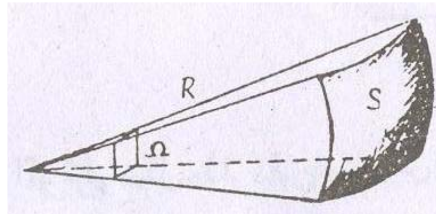
(۱- ۲) شکل

د مستوي زاويې واحد راديان دي. يو راديان زاويه د دايرې په مرکز کې هغه زاويه ده چې د مقابل قوس اوږدوالي يې د دايرې له شعاع سره مساوي وي (۱– ۲ ب) شکل.

د مستوي زاويې بل واحد درجه ده. يوه درجه د يوې دايرې د محيط $\frac{1}{360}$ برخه ده.

فضايي زاويه Solid angle

فضايي زاويه د فضأ يوه برخه ده چې د يوې کروي سطحې په واسطه محدوده شوې وي. (۱– ۳) شکل.



(۱- ۳) شکل

فضايي زاويه په Ω سره ښودل کيږي، يعنی

$$\Omega = \frac{S}{R^2}$$

د فضايي زاويې واحد ستيراديان (Steradian) دي او دا هغه فضايي زاويه ده چې د مقابلې ټوټې د سطحې مساحت يې دکرې د شعاع له مربع سره مساوي وي.

د طول يا اوږدوالي ځينې غير سيستمي واحدونه وجود لري لکه: ميل، يارد، فټ او انچ چې په ورځينی ژوند کې ورځخه زياته ګټه اخيستل کيږي ددی ياد شويو واحدونو او متر يا سانتی متر ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$1mile = 1609m = 1.609km$$
$$1yd = 0.9144m = 91.44cm$$
$$1ft = 0.3048m = 30.48cm$$
$$1in = 0.0254m = 2.54$$

(۱– ۳) مثال: يارد (yard) او متر دواړه د طول واحدونه دي لومړی يې غير سيستمي او دويم يې سيستمي دی معلوم کړی چې 100yd اوږد دي او که 100m .

حل: څرنګه چې 1yd=0.9144m

له پورتنۍ رابطې نه څرګندیږي چې 100yd=91.44m دي له دی ځایه معلومیږي چې 100m اوږد دي. د دوې تر منځ توپیر عبارت دی له:

$$\Delta L = 100m - 100yd = 100m - 91.44m = 8.56m$$

(۱– ۴) مثال: معلوم کړي چې 8m څو انچه او څو فټه کیږي.

حل:

$$8m = 8 \cdot 3.28\,ft = 26.24\,ft$$
$$8m = 8 \cdot 39.37in = 314.96in$$

۱– ۵: وکتوری او سکالری کمیتونه Vectors and Scalars

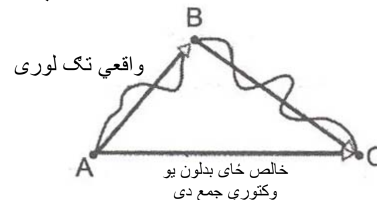
په فزیک کې ټول کمیتونه په دوو ډلو ویشل کیږي، وکتوری او سکالری. وکتوری کمیتونه هغو کمیتو ته ویل کیږي چې د هغو د بشپړې پیژندنې او ارایې لپاره په مقدار او کچې برسیره د هغو لوری او جهت هم باید په ګوته شي. یو وکتور د کچې او لورې یا جهت درلودونکې دي. د وکتوري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: قوه، سرعت، تعجیل،امپولس اونور.

سکالر هغه کمیت دی چې یوازې کچه لري او د یوه عدد او علامې په واسطه ښودل کیږي، یعني سکالري کمیتونه د جهت درلودونکې نه دی د هغو د بشپړې پیژندنې لپاره عدد او علامه کفایت کوي. د سکالري کمیتونو بیلګې عبارت دی له: کتله، کثافت، فشار، د تودوخې درجه، انرژی، لوړوالې، ژوروالې او داسې نور.

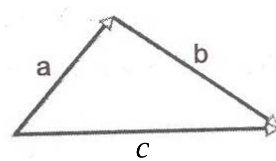
۱– ٦: په وکتورونو باندې الجبري عملیې:

الف) د وکتورونو جمع

وکتور عبارت له یوه جهت لرونکې قطعه خط څخه دی. د دوو وکتورونو د جمعې لپاره لاندې مثال په پام کې نیسو. د (۱– ۴ الف) شکل سره سم یوه ذره ه د A له نقطې نه په حرکت پیل کوي، لومړی د B نقطې ته او وروسته د C نقطې ته رسیږي.



(الف)



(ب)

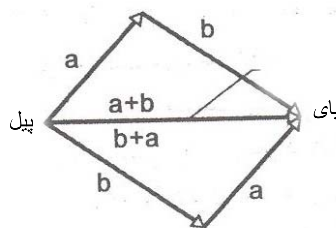
(۱- ۴) شکل

د نوموړي ذرې عمومي تغییر مکان (ځای بدلون) د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ دوو وکتورونو په واسطه ښودلې شو. ددې دوو تغییر مکانونو محصله د $\overrightarrow{AC}$ تغییر مکان دي. (۱– ۴ الف) شکل. $\overrightarrow{AC}$ وکتور د $\overrightarrow{AB}$ او $\overrightarrow{BC}$ د وکتورونو حاصل جمع دی او په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b} \qquad (۱– ۲)$$

په پورتنۍ رابطه کې $\vec{c}$ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو حاصل جمع یا محصله وکتور دي. په (۱–۵) شکل کې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونو د دوه بعدي جمعي طریقه په ترسیمي یا ګرافیکي توګه ښودل شوې ده.

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a} \qquad (۱– ۳)$$

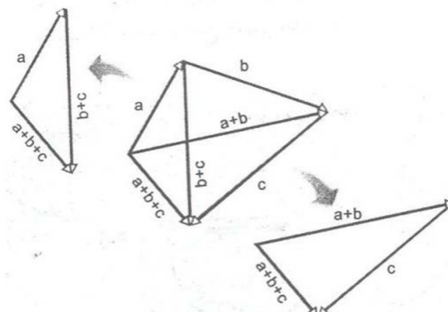


(۱- ۵) شکل

(۱– ۵) شکل د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ وکتورونه په هره طریقه جمع کیدی شي.

(۱– ۳) رابطه د وکتورونو د جمعي د تبدیلي قانون بیانوي.

که چیرې له دوونه زیات وکتورونه ولرو، دا مهمه نه ده چې د جمع کولو په وخت کې هغه څرنګه ګروپ بندي کړو، که وغواړو چې د $\vec{a}$، $\vec{b}$ او $\vec{c}$ وکتورونه یو له بل سره جمع کړو، لومړي $\vec{a}$ او $\vec{b}$ یو له بل سره جمع او وروسته یې د $\vec{c}$ له وکتور سره جمع کوو. له بلې خوا کولې شو لومړی $\vec{b}$ او $\vec{c}$ سره جمع کړو او وروسته د هغو مجموعه له $\vec{a}$ سره جمع کړو.



(۱- ۶) شکل

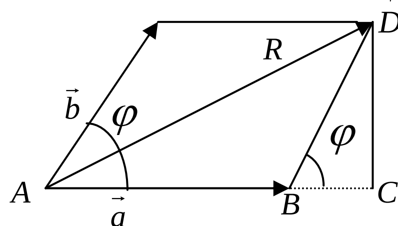
(۱ – ٦) شکل په مختلفو طریقو سره د $\vec{a}$ $\vec{b}$ او $\vec{c}$ درې وکتورونو جمع په دوارو طریقو یو شان پایله لاس ته راځي او په لاندې ډول یې لیکلې شو.

$$(\vec{a}+\vec{b})+\vec{c}=\vec{a}+(\vec{b}+\vec{c}) \qquad (۱ – ۴)$$

(۱ – ۴) رابطه د وکتورونو د جمعي اتحادي قانون دي.

۱ – ۷: د متوازي الاضلاع طریقه

که چیرې د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوه وکتورونه په خپل منځ کې د φ زاویه جوړه کړي د نوموړیو وکتورونو د حاصل جمع یا محصلې د پیدا کولو لپاره د متوازي الاضلاع له طریقې څخه ګټه اخلو. که چیرې د $\vec{a}$ د وکتور له انجام څخه یو خط موازي او مساوي د $\vec{b}$ له وکتور سره او د $\vec{b}$ د وکتور له انجام څخه یو خط موازي



(۱- ۷) شکل

او مساوي د $\vec{a}$ له وکتور سره رسم کړو یوه متوازي الاضلاع لاس ته راځي د نوموړې متوازي الاضلاع اوږد قطر د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ د وکتورونو محصله وکتور دی، یعنی

$$\vec{R}=\vec{a}+\vec{b}$$

د محصله وکتور R د اندازې د پیدا کولو لپاره له شکل څخه ګټه اخلو. د $\overset{\Delta}{ACD}$ قایمه زاویه مثلث څخه لرو چې:

$$\overline{AD}^2=\overline{AC}^2+\overline{CD}^2=(\overline{AB}+\overline{BC})^2+\overline{CD}^2$$
$$=\overline{AB}^2+2\overline{AB}.\overline{BC}+\overline{BC}^2+\overline{CD}^2$$

د $\overset{\Delta}{BCD}$ له قایمه زاویه مثلث څخه لرو چې:

$$\overline{BC}=\overline{BD}.Cos\varphi$$
$$\overline{CD}^2=\overline{BD}^2-\overline{BC}^2$$

که چیرې دا قیمتونه په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو لرو چې:

$$\overline{AD}^2 = \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}\cdot\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2 Cos^2\varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BC}^2$$
$$= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}.\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2 Cos^2\varphi + \overline{BD}^2 - \overline{BD}^2 Cos^2\varphi$$
$$= \overline{AB}^2 + 2\overline{AB}.\overline{BD}Cos\varphi + \overline{BD}^2$$

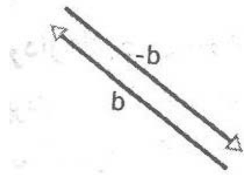
یا

$$R^2 = a^2 + 2abCos\varphi + b^2$$
$$R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2abCos\varphi}$$

ب) دوکتورونو تفریق:

د $-\vec{b}$ وکتور د کچې له حیثه د $\vec{b}$ وکتور سره مساوي دی خو د هغه په خلاف لورې دی (۱– ۷) شکل. که چیرې وغواړو دا وکتورونه سره جمع کړو نو لرو چې:

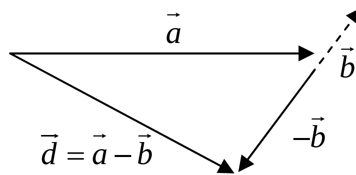
$$\vec{b} + (-\vec{b}) = 0$$



(۱– ۸) شکل د $\vec{b}$ او $-\vec{b}$ وکتورونه

له پورتنۍ رابطې نه معلومیږي چې د $-\vec{b}$ زیاتول یا علاوه کول هم هغه د $\vec{b}$ د منفي کولو اغیزه لري. د دوو وکتورونو د تفریق لپاره له دی خاصیت نه ګټه اخلو، یعني موږ د $\vec{a} - \vec{b}$ عملیه داسې تعریفوو لکه د $-\vec{b}$ وکتور د $\vec{a}$ په وکتور علاوه یا یې له هغه سره جمع کړي.

$$\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b}) \qquad (۱– ۵)$$



(۱– ۸) شکل د دوو وکتورونو تفریق

ج) د وکتورونو ضرب:

د وکتورونو لپاره درې ډوله ضرب وجود لري. دا حاصل ضرب په دقیقه توګه د الجبري ضرب په شان نه دی.

د) د وکتور ضرب په سکالر کې:

که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د k په سکالر کې ضرب کړو د $\vec{b}$ نوې وکتور په لاس راځي. د $\vec{b}$ دا نوې وکتور د $\vec{a}$ د وکتور k ځله دي، یعنی:

$$\vec{b} = k\vec{a} \qquad (۱- ۶)$$

که چیرې k مثبت وي د $\vec{b}$ وکتور او د $\vec{a}$ وکتور هم جهته او که K منفي وي، نو $\vec{b}$ او $\vec{a}$ مختلف الجهت دی.

که چیرې وغواړو چې $\vec{a}$ پر k تقسیم کړو باید $\vec{a}$ په $\frac{1}{k}$ کې ضرب شي یعنی:

$$\frac{\vec{a}}{k} = \vec{a}\frac{1}{k} \qquad (۱- ۷)$$

و) د وکتورونو سکالري ضرب Dot products

که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په سکالري توګه ضرب شي، نو حاصل ضرب یې یو سکالر دی، چې په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$\vec{a}.\vec{b} = ab\cos\varphi \qquad (۱- ۸)$$

سکالري ضرب ته نقطه یي ضرب هم ویل کیږي. په (۱- ۸) رابطه کې φ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ تر منځ کوچنی زاویه ده.

هـ) د وکتورونو، وکتوري ضرب Cross products

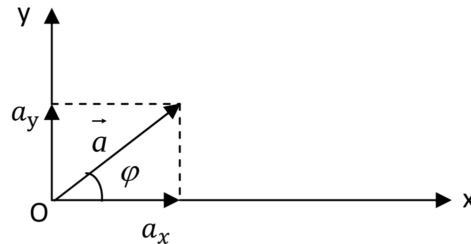
که چیرې د $\vec{a}$ وکتور د $\vec{b}$ په وکتور کې په وکتوري توګه ضرب شي، نو د $\vec{a}\times\vec{b}$ په ډول لیکل کیږي او حاصل ضرب یې د $\vec{c}$ دریم وکتور دی، ددی وکتور کچه مساوي ده په :

$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a}\times\vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (۱- ۹)$$

وکتوري ضرب ته خارجي ضرب هم وايي. په (۱– ۷) رابطه کې φ د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ تر منځ کوچنی زاويه ده.

۱–۸: د وکتور تجزيه او د هغه مرکبې

که چيرې د (۱– ۹) شکل سره سم د $\vec{a}$ وکتور د xy په مستوي کې ولرو د نوموړې وکتور مرکبې په لاندې ډول پيدا کوو.



(۱- ۹) شکل د وکتور تجزيه

د $\vec{a}$ وکتور له انجام نه يو عمود د x په محور او يو عمود د y په محور رسموو د نوموړوعمودونو تقاطع د x او y له محور سره د $\vec{a}$ د وکتور افقي مرکبه a_x او عمودی مرکبه a_y په لاس راکوی داسې چې:

$$a_x = a\cos\varphi \qquad (۱– ۱۰)$$

$$a_y = a\sin\varphi$$

۱– ۹: د فزيک بنستيز کميتونه

په ۱۹۷۱ ميلادي کال کې د وزنونو او مقياسونو څوارلسم کنفرانس په نړيواله سطحه د فزيک اوه بنستيز (اساسي) کميتونه په لاندې ډول معرفي کړل: *طول، کتله، وخت، د برښنا د جريان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه (مقدار)*. د پورته ياد شويو کميتونو له جملې نه لومړۍ درې يې، يعنې طول، کتله او وخت د ميخانيک فزيک بنستيز کميتونه دي. د بنستيزو کميتونو واحدونه په کيفي او اختياري توګه ټاکل شوې دي. د فزيکي کميتونو د واحدونو نړيوالې سيستم SI (System International) دي. په

دې سيستم کې د طول واحد متر (m)، د کتلې واحد کيلوګرام (kg)، دوخت واحد ثانيه (sec)، د برښنا د جريان د شدت واحد امپير (A)، د تودوخې د درجې واحد کلوين (k)، د نوري قوې واحد کانديلا (cd) او د ذرو د مقدار واحد مول (mole) دي.

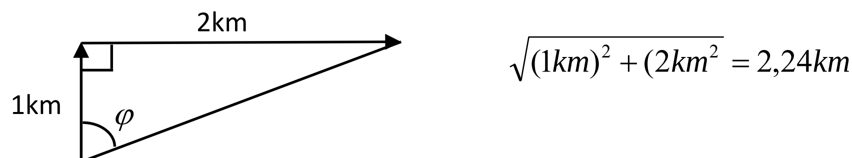
په بنسټيزو کميتونو برسيره په فزيک کې زيات شمير فرعي او يا اشتقاقي کميتونه او د هغو واحدونه وجود لري. فرعي واحدونه د اصلي يا بنسټيزو واحدونو له ضرب او تقسيم څخه حاصليږي. د بيلګې په توګه سرعت يو فرعي کميت دي او واحد يې د SI په سيستم کې $\frac{m}{sec}$ دي، چې د دوو اصلي واحدونو له تقسيم نه حاصليږي.کار په فزيک کې يو فرعي کميت دي واحد يې Joule دي، $1J = N.m = kg.\frac{m}{sec^2}.m$ دلته هم وينو چې ژول د دريو اصلي واحدونو له حاصل ضرب او تقسيم نه حاصليږي.

(۱ – ۵) مثال: د اسکي لوبغاړې لومړی 1km شمال خواته او ورسته 2km د ختيځ خواته تغيير مکان کوي پيدا کړي:

الف) له مبدأ نه د هغه فاصله څومره ده او د هغه د تغيير مکان جهت نسبت لومړنی جهت ته څومره انحراف لري.

ب) د تغيير مکان دوکتور کچه او جهت.

حل: د اسکي د لوبغاړې تغيير مکان د ګراف په واسطه په مناسب مقياس سره رسمو.



$$\sqrt{(1km)^2 + (2km^2} = 2{,}24km$$

د φ زاويه د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخيستنه پيدا کوو

$$tan\varphi = \frac{\text{مقابله ضلع}}{\text{مجاوره ضلع}} = \frac{2km}{1\text{km}}$$

$$\varphi = \tan^{-1}(2) = 63.4^{\circ}$$

۱– ۱۰: د فصل لنډيز

- د ميخانيک فزيک اصلي يا بنسټيز کميتونه کتله، طول او وخت دي او په نړيوال سيستم يا SI کې د هغو د اندازه کولو واحدونه په ترتيب سره کيلوګرام، متر او ثانيه دي.
- يو سکالري کميت د يوه عدد په واسطه ځانګړې کيږئ او په دا ډول کميتونو باندې محاسبه د عادي يا معمولي حساب د قاعدو تابع دي.
- د يو وکتور مرکبې عبارت دی له:

$$a_x = aCos\varphi \qquad (۱– ۱۱)$$
$$a_y = aSin\varphi$$

- د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوو وکتورونو سکالري ضرب يو سکالري کميت دي او په لاندې ډول تعريف کيږئ.

$$\vec{a}.\vec{b} = abCos\varphi \qquad (۱– ۱۲)$$

- د $\vec{a}$ او $\vec{b}$ دوو وکتورونو وکتوري حاصل ضرب د $\vec{c}$ دريم وکتور دی چې د هغه اندازه مساوي ده په:

$$\left|\vec{c}\right| = \vec{a} \times \vec{b} = ab\sin\varphi \qquad (۱– ۱۳)$$

- د فزيک اوه بنسټيز کميتونه عبارت دی له: طول، کتله، وخت، د برښنا د جريان شدت، د تودوخې درجه، نوري قوه او د ذرو کچه يا مقدار.

د لومړی فصل سوالونه

1. یوه فضایي سپوږمکي د 300km په ارتفاع د ځمکې په شاوو خوا راګرځي دا ارتفاع د یارد او ملي متر له جنسه پیدا کړي؟ ځوابونه: ($3.282\cdot10^{5}\,yd : 3\cdot10^{8}\,mm$)

2. د ځمکې د کرې شعاع $6,37.10^{6}\,m$ ده. د هغې محیط په کیلو متر او مساحت یې په کیلو متر مربع حساب کړي؟ ځوابونه: ($4\cdot10^{4}\,km; 5.096\cdot10^{8}\,km^{2}$)

3. د یو یارد مربع او یو سانتي متر مربع، یو کیلو متر مربع او یو سانتي مربع تر منځ رابطه پیدا کړي؟ ځوابونه: ($1yd^{2}=8361.27cm^{2} : 1km^{2}=10^{10}cm^{2}$)

4. هکتار د مساحت واحد دی ($1Ha=10^{4}m^{2}$) د ډبرو سکرو په یوه کان کې هر کال 75 هکتاره ځمکه د $26m$ په ژوروالي لوځیږي او لیږدول کیږي معلوم کړي چې په دې موده کې د ځمکې څومره حجم د کیلومتر مکعب په حساب لیږدول شوې دي؟
ځواب: ($0.0195km^{3}$)

5. یو نوري کال هغه فاصله ده چې نور یې په $300000\ {}^{km}/_{sec}$ سرعت سره په یوه کال کې طی کوي دا فاصله د متر له جنسه پیدا کړي؟ ځواب: $9.46\cdot10^{15}\,m$

6. د نور سرعت $3.10^{8}\ {}^{m}/_{sec}$ دی دا سرعت د ${}^{mm}/_{sec}$ له جنسه پیدا کړي؟
ځواب: $3\cdot10^{11}\ {}^{mm}/_{sec}$

7. د ځمکې او لمر تر منځ واټن $1.496\cdot10^{8}\,km$ دي د لمر سرعت $3.10^{8}\ {}^{m}/_{sec}$ دی معلوم کړي چې د لمر نور په څومره وخت کې ځمکي ته را رسیږي؟ ځواب: ($8.44\min$)

8. د اوبو کثافت $1\ {}^{gr}/_{cm^{3}}$ دي دا کثافت د ${}^{kg}/_{m^{3}}$ له جنسه پیدا کړي؟

ځواب: $1000\ {}^{kg}/_{m^{3}}$

9. په یوه مخزن کې $5700m^{3}$ اوبه دي د نوموړو اوبو کتله په کیلوګرام او ملي ګرام حساب کړي؟ ځوابونه: $5.7\cdot10^{12}\,mg; 5.7\cdot10^{6}\,kg$

10. د $8.50in^{3}$ حجم په m^{3} تبدیل کړي؟ ځواب: ($1.39\cdot10^{-4}\,m^{3}$)

11.د يوه سالون طول $150\,ft$ او سوريې $100\,ft$ دي د سالون مساحت په m^2 محاسبه کړي؟ ځواب: ($1393.9m^2$)

12.د ځمکې د کرې شعاع $6.37\cdot10^6 m$ او د سپوږمی شعاع $1.74\cdot10^8 cm$ دي له دې ارقامونه پيدا کړي

الف) د ځمکې د سطحې د مساحت او سپوږمی د مساحتونو نسبت.

ب) د ځمکې د حجم او د سپوږمی د حجم نسبت په داسې حال کې چې د کرې مساحت مساوي دی په $4\pi r^2$ او حجم يې $\frac{4}{3}\pi r^3$. ځوابونه: (الف) 13.4، (ب)49

13.د مس د اتوم کتله $1.06\cdot10^{-22} g$ او کثافت يې $8.9\, gr/cm^3$ دي. په $1cm^3$ مسو کې د اتومونو تعداد پيدا کړي؟ ځواب: ($8.4\cdot10^{22} atom$)

14.د نور سرعت په خلاً کې $3.10^8\, m/\sec$ دي،دا سرعت د $mile/h$ له جنسه پيدا کړي؟ ځواب: ($6.7\cdot10^8\, mile/h$)

15.د يوه جسم کتله $23.94g$ او حجم يې $2.10cm^3$ دي د نوموړي جسم کثافت د SI په سيستم کې پيدا کړي؟ ځواب: ($1.14\cdot10^4\, kg/m^3$)

16.يو کال (365.25ورځې) څو ثانيې کيږي؟ ځواب: ($3.156\cdot10^7 \sec$)

17.د نور سرعت $3.10^8\, m/\sec$ د فوت په نانو ثانيه ft/ns له جنسه پيدا کړي؟ ځواب: ($0.98\, ft/ns$)

18.د اوسپنې کثافت $7.87\, gr/cm^3$ او د يوه اتوم کتله يې $9.27\cdot10^{-26} kg$ ده که چيرې اتومونه کروي فرض کړو او يو له بل سره نښتې وي پيدا کړي

الف) د اوسپنې د يوه اتوم حجم

ب) د ګاونډيو اتومونو د مرکزنو ترمنځ فاصله.

ځوابونه: الف: $1.18\cdot10^{-29}m^3$. ب: $1.312nm$

دويم فصل

کينماتيک Kinematics

سريزه: حرکت څه ته وايي؟ که چيرې يو جسم او يا هم د مادي اجسامو يو سيستم نظر يوې مبدې ته خپل موقعيت ته تغيير ورکړي، نو ويل کيږي چې جسم او يا سيستم حرکت کړيدي، کله کله داسې هم واقع کيږي چې د يو سيستم د ننه د اجسامو تر منځ فاصله تغيير مومي چه پدې حالت کې د سيستم د ننه حرکت صورت مونډلې دي.

د مثال په توګه يو سرويس موټر چه سپرلې پکښې ناستې دی د موټر دهډې (تم ځای) څخه په ټاکل لورې خوځيږي، دلته ليدل کيږي چه موټر نظر هډې ته تغيير مکان کړی دی. همدا رنګه کيداې شي چه د سرويس موټر دننه دوه سپرلې خپل ځايونه سره بدل کړي، چه دلته دواړه سپرلې د خپلو پخوانيو ځوکيو په نسبت موقعيت ته تغيير ورکړيدي، خو نظر سرويس موټر ته هغوې دواړه د نورو سپرليو سره په موټر کې د ننه دي.

همدا رنګه کيداې شي چه نوموړې سرويس موټر په يوه وخت کې نظر هډې ته تغيير د مکان وکړي او د موټر پورتني ذکر شوې دواړه سپرلې هم ځايونه سره بدل کړي، پدې حالت کې موټر نظر هډې ته او سپرلې د موټر د ننه نظر خپلو ځوکيو ته تغيير د موقعيت کړي. يو شمير نور مثالونه هم يادولې شو.

۲ – ۱: حرکت Motion

د اجسامو حرکتونه په عمومي ډول نسبي خصوصيت لري، او هغه وخت ښه توضيح کيداې شي چه د حرکت مبدأ معلومه وي. بايد ووايو چه حرکت ډير ډولونه لري لکه ميخانيکي حرکتونه، کيمياوي حرکتونه، بيولوژيکي حرکتونه، د لمريز نظامونوحرکتونه او داسې نور اما مونږ يواځې دلته ميخانيکي حرکتونه څيړو.

ميخانيکي حرکتونه په دوه ډوله څيړل کيږي.

الف) هغه حرکتونه چه د حرکت لامل په پام کې نه نیول کیږي او یواځې د حرکت مسیر (تګ لورى) او د لیارې ځرنګوالې او شکل پکښې څیړل کیږي،د میخانیک دى برخې ته کینماتیک ویل کیږي.

ب) هغه حرکتونه ، چه د حرکت لامل یعني قوه پکښې مطالعه کیږي د میخانیک دى برخې ته دینامیک وایي.

په دې فصل کې یواځې کینماتیک تشریح کیږي.

په کینماتیک کې میخانیکي حرکتونه په زیات شمیر سره موجود دى اما دلته یواځې د مسیر په اړوند دا لاندې برخې راوړل کیږي.

الف: مستقیم الخط حرکتونه: په دې حرکتونو کې متحرک اجسام په یوه سیده (مخامخ) خط خوځیږي.

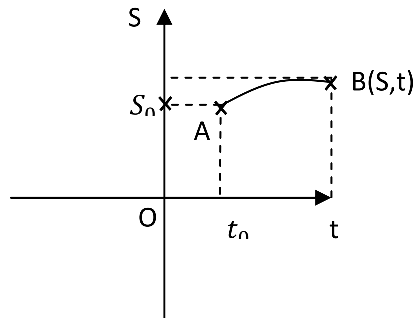
ب) غورځوني یا پرتابي حرکتونه: په مایل پرتاب کې د غورځول شوې جسم تګ لاره منحني خط دي.

ج) دایروي او بیضوي حرکتونه: په داسې حرکتونو کې خوځنده اجسام په دایروي او یا بیضوي مسیر باندې حرکت کوي. د نومړو حرکتونو نه هر یوې په جلا جلا توګه توضیح کیږي.

۲ – ۲: د حرکتونو د محاسبې سیستم

فزیک په حقیقت کې د اندازه کولو او کمیتونو علم دي، پدې اړوند د حرکتونو د اندازه کولو لپاره، ضروري ده چه د حرکتونو اساسي پارامترونه د اندازه کولو لپاره باید، ونومول شي. هر هغه څه چه په یو ساده میخانیکي حرکت کې د حرکت د توضیح لپاره په لمړي توب کې راځې د جسم یا سیستم د بیځایه کیدو اندازه ده چه په یو ټاکلې وخت کې کیږي. لیدل کیږي چې یو ساده ماده میخانیکي حرکت د فاصلې او د وخت د وضعیه کمیتونو په سیستم کې مطالعه کیداې شي. د ریاضي څخه پوهیږو چه د وضعیه کمیتونو په دوه بعدي سیستم کې د یوې ثابتې نقطې موقعیت په اساني سره ټاکل کیداې شي. که چیرې دا ساکنه نقطه د دغه وضعیه کمیتونو په سیستم کې حرکت وکړي واضح خبره ده چه یوه لیاره به رسم کړي چه د مسیر په نوم یادیږي د مسیر د هرې نقطې موقعیت د

فاصلې او وخت د وضعيه کميتونو په واسطه مشخص کيداې شي. فرضاً حرکت کونکې جسم مخکښې له مخکښې د A موقعيت ته ورغلې دی، که چيرې مونږ د جسم حرکت نظر د O نقطې ته د A له موقعيت څخه حساب کړو، د خوځيدونکې جسم لپاره په دغه نقطه کې وخت صفر نيول کيږي "بايد وويل شي چه وخت هميشه خلاف د صفر دي، خو د حرکت د شروع په نقطه کې د محاسبې لپاره وخت صفر نيول کيږي". داسې برينښي چه طې کړل شوې فاصله يعنې s د وخت يعنې t تابع ده، چه د رياضي له نقطه نظره داسې ليکل کيږي.

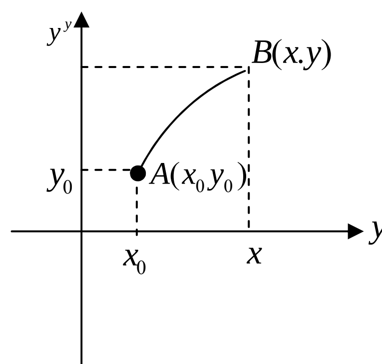


(۲- ۱)

$$s = f(t) \qquad (۲- ۱)$$

که چيرې متحرک جسم د وضعيه کميتونو دوه بعدي مکان کې د وخت په تابع حرکت وکړي، نو پورتنی رابطه په لاندنيو معادلو بدليږي.

$$x = f(t)$$
$$y = f(t)$$



(۲- ۲) شکل

همدا رنګه دوضعیه کمیتونو په درې بعده سیستم کې د ځانګړې $B(x,y,z)$ متحرکې نقطې لپاره پورتنۍ معادلې د t وخت په تیریدو سره په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$x = f(t)$$
$$y = f(t)$$
$$z = f(t)$$

پورتنۍ معادلې د وضعیه کمیتونو په سیستم کې په عمومي توګه د ساده حرکت معادلې بیانوي.

۲– ۳: مستقیم الخط حرکتونه

مستقیم الخط حرکتونه په دوو ډولونو ویشل کیږي.

الف) مستقیم الخط متشابه منظم

ب) مستقیم الخط متشابه نامنظم (متغیر حرکت)

مستقیم الخط متشابه منظم حرکت

په دې حرکت کې خوځنده جسم مساوي فاصلې په مساوي وختونو کې په منظمه توګه وهي، یعني که چیرې یو جسم پنځه دقیقې په سیده مخامخ خط حرکت وکړي، نو په هره دقیقه کې باید مساوي فاصلې طی کړي د مثال په توګه که چیرې په لمړې دقیقه کې لس متره فاصله ووهي باید په راتلوونکو هره دقیقه کې لس لس متر واټنونه، ووهي چه ټول پنځوس متره کیږي. د حرکت د مشخص کیدو یو بل عنصر د سرعت څخه عبارت دي. د فاصلې او وخت سربیره د حرکت په وخت کې کیداې شي، چه یو خوځیدونکې جسم په متشابه منظم حرکت کې په هره دقیقه کې درې درې متره لاره ووهي او یو بل خوځند جسم په دقیقه کې شپږ شپږ متره فاصله طی کړي. دلته لیدل کیږي چه دواړه جسمونه متشابه منظم حرکتونه لري. خو توپیر په دی کې دي چې یو جسم په پنځو دقیقو کې پنځلس متره واټن وهي او دویم جسم په پنځو دقیقو کې دیرش متره لاره طی کوي. دلته د حرکت ځانګړې کوونکې یو بل پارامتر دي چه د خوځنده جسم چټکوالې بیانوي. دغه کمیت د سرعت په نوم یادیږئ. او په لاندی توګه بیانیږي:

۲– ۴: سرعت Velocity

په متشابه منظم يو نواخت حرکت کې هغه فاصله چې يو خوځنده جسم ئي د وخت په واحد کې طی کوي سرعت بلل کيږي، څرنگه چه په متشابه منظم حرکت کې يو جسم هميش مساوي فاصلې په مساوي وخت کې وهي، او کوم تغيير پکښې نه راځي نو پدې علت په متشابه منظم يو نواخت حرکت کې سرعت يو ثابت کميت دي او تغيير نکوي د رياضي له نقطه نظره دغه مفاهيم داسې ليکل شو.

$$\upsilon = \frac{s}{t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۲–۲)$$

دلته υ سرعت، S هغه فاصله ده چه د t په وخت کې يې خوځنده جسم وهي. که چيرې په پورتنۍ رابطه کې S په متر او t په ثانيه اندازه کړو، معلوميږي چه د سرعت د اندازه کولو واحد يعنی $\upsilon = \frac{s}{t} = \frac{m}{\sec}$ دي همدارنگه کيداې شي سرعت په $km/hour$ او يا په $\frac{cm}{\sec}$ او داسې نور واحدونو اندازه کړو. په انگليسي ژبو ملکونو کې سرعت معمولاً په ميل في ساعت $mile/hour$ باندې اندازه کيږي. که چيرې فرض کړو چه يو جسم په متشابه منظم حرکت کې د S واټن په t_1 وخت کې او د S_2 واټن په t_2 وخت کې ووهي. واضح ده چه نوموړې خوځنده جسم د $(S_2 - S_1)$ فاصله په $(t_2 - t_1)$ وخت کې وهي په دې حالت کې د سرعت لپاره ليکلې شو چې:

$$\upsilon = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$$

او که $S_2 - S_1 = \Delta S$ او $t_2 - t_1 = \Delta t$ سره ارائه کړو نو ليکلی شو چې:

$$\upsilon = \frac{\Delta S}{\Delta t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۳ –۲)$$

(۲– ۳) رابطه د منځنۍ سرعت معادله ده.

که چيرې ددغه کميتونو لپاره $\Delta t \to 0$ تقرب وکړي نو ليکې شو چې:

$$v = \lim \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt} = \dot{S} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴ –۲)$$

$\Delta t \to 0$

(۲– ۴) رابطه د لحظوي سرعت معادله ده له د ځایه ویلې شو چه د یوه خوځنده جسم سرعت، د وخت په نسبت د نوموړی جسم په واسطه د طی کړل شوې واټن لومړی مشتق دی.

د سرعت د معادلې څخه په ګټه اخیستلو په ځانګړې توګه د متشابه منظم یو نواخت حرکت معادله په لاندې توګه حاصلیږي.

د متشابه منظم یو نواخت حرکت معادله

د مطلب د ښه وضاحت لپاره د سرعت وروستنۍ ۲– ۳ معادله یو ځل بیا لیکو.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$ds = \upsilon . dt$$

څرنګه چه په دی ډول یو نواخت سیده حرکت کې $\upsilon = const$ دي نو لیکلې شو چې:

$$\Delta s = s - s_0;\ \Delta s = v\Delta t;\ \ \Delta t = t - t_0$$

$$s - s_0 = v(t - t_0) = vt - vt_0$$

څرنګه چه په $t_0 = 0$ کې $v_0 = 0$ دی له دې کبله

$$s - s_0 = \upsilon t$$

$$s = s_0 + vt \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۲– ۵)$$

وروستی رابطه د متشابه منظم حرکت معادله ده.

S هغه واټن ده چه د υ په سرعت (چټکتیا) سره د t په وخت کې وهل شوې ده. په داسې حال کې چه s_0 لومړینی طی کړې شوې واټن دي.

په تحلیلي طریقه سره هم کولاې شو د سیده متشابه منظم حرکت معادله پیدا کړو.

د هندسي څخه پوهیږو چه د سیده خط معادله لاندینی شکل لري.

$$s = bt + a \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۲– ٦)$$

که چیرې په پورتنیې معادله کې $t = 0$ وي واضح خبره ده چې $s = a = s_0$ قیمت اخلې، s_0 هغه لمړیني فاصله ده چه زمونږ د مشاهدې څخه د مخه خوځنده جسم وهلې ده او

يو ثابت کميت دي. همدارنگه که د پورتنۍ رابطې مشتق نظر د t کيفي وخت ته ونيسو نو سرعت ترې لاسته راځي.

ليدل کيږي چه $b = \upsilon$ يعنې سرعت دی $\upsilon = \frac{ds}{dt} = b$

که چيرې د a او b قيمتونه په اصلي معادله، يعنې (۲− ۵) رابطه کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$s = vt + s_0$$

يا

$$s = s_0 + vt \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۲- ۷)$$

دا هغه معادله ده چې مونږ يو پلا د مخه په بله طريقه حاصله کړې وه.

۲− ۱ مثال: که چيرې يو سړی په 45 sec کې 340m وځغلي د هغه منځنۍ سرعت څومره دي؟

حل: له (۲− ۳) معادلې څخه لرو چې:

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{340m}{45\sec} = 7,6\, {}^{m}\!/_{\sec}$$

۲−۲ مثال: فرض کړی چې يو سړی د سهار په نهو بجو په پلې ګرځيدنې پيل کوي او په 10:30 بجو د حرکت د پيل له ځای څخه 7360m ليرې کيږئ د نوموړې سړی منځنې سرعت پيدا کړي؟

حل:

$$\Delta t = 10:30 - 9 = 1,5h$$

$$1.5h\frac{3600\sec}{1h} = 5400\sec$$

له (۲− ۳) معادلې څخه لرو چې:

$$V_{ave} = \bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{7360m}{5400} = 1.36\, {}^{m}\!/_{sec}$$

۲− ۵: متشابه منظم متغير حرکت

دغه ډول حرکت هم يو سيده حرکت دی، او توپير يې د متشابه منظم حرکت سره پدې کې دی، چه په دی ډول حرکت کې سرعت ثابت نه بلکې متغير دي. يعنې سرعت کيداې

شی د وخت په اړوند تغير ومومي په بل عبارت سره ويلې شو، چه خوځنده جسم مساوي واټنونه په مساوي وختونو کې نه وهې. د داسې يو سيده حرکت د مشخص کيدو لپاره د فاصلې ، وخت او سرعت د کميتونو سربيره يو بل فزيکي کميت چه د حرکت د څرنګوالی مشخص کوونکې دي او د تعجيل يا بيړی په نوم ياديږي تعريف کيږي. د سرعت تغيير د وخت په نسبت تعجيل نوميږي او د رياضي له نقطه نظره پدې شکل ليکل کيږي.

$$a = \frac{v}{t} \text{.........................(۲- ۷)}$$

که چيرې وخت يعني t، په لحظوي مفهوم يعني ډير کوچنی dt وي نو طبيعي خبره ده چه υ هم د dv مانا ورکوي پدې شرط پورتنی رابطه دا لاندې شکل اختياروي

$$a = \frac{dv}{dt} \text{.......................(۲- ۸)}$$

څرنګه چه $\upsilon = \frac{ds}{dt}$ دي.

نو ليکلې شو چې $a = \frac{d(\frac{ds}{dt})}{dt} = \frac{d^2 s}{dt^2} = \ddot{s}$

پورتنی رابطه ښيي چې تعجيل په متشابه منظم حرکت کې د سرعت لومړی مشتق نظر وخت ته او يا د فاصلې دويم مشتق نظر وخت ته دی. تعجيل هم د سرعت په شان په منځنی او لحظوي تعجيل باندې ويشل کيږي. فرض کړی يو خوځيدونکې جسم د t_1 په لحظه کې د v_1 په سرعت او د t_2 په لحظه کې د v_2 په سرعت سره حرکت کوي په دي حالت کې د نومړې جسم منځنی تعجيل عبارت دی له:

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{.........................(۲- ۱۰)}$$

لحظوي تعجيل په لاندې ډول په لاس راوړو:

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \text{.......................(۲- ۱۱)}$$

(۲- ۱۱) رابطه د لحظوي تعجيل معادله ده. د تعجيل د اندازه کولو واحد $m/\sec^2$ *او يا* $cm/\sec^2$ *دي.*

۲– ۳ مثال: د یوې فضایي سپوږمکۍ منځنۍ تعجیل په داسې حال کې پیدا کړئ چې په خارجي فضا کې په 5,0sec کې یې سرعت له $1240\,{}^{m}/_{sec}$ څخه تر $1300\,{}^{m}/_{sec}$ پورې رسیږي؟

حل: د منځني تعجیل لپاره لرو چې:

$$\bar{a}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{60\,{}^{m}/_{sec}}{5,0\,sec}=12\,{}^{m}/_{sec^2}$$

۲– ۴ مثال: یو جسم د $12\,{}^{m}/_{sec}$ په سرعت سره حرکت کوي وروسته له 4sec وخت څخه د جسم لحظوي تعجیل پیدا کړئ؟

حل:
$$a=\frac{dv}{dt}=\frac{12\,{}^{m}/_{sec}}{4\,sec}=3\,{}^{m}/_{sec^2}$$

۲– ٦: د متشابه منظم متغیر حرکت معادله

مونږ پوهیږو چه
$$a=\frac{dv}{dt}=\frac{v-v_0}{t-t_0}$$

لدغه ځایه

که چیرې $t_0=0$ وی، نو لرو چې:

$$v-v_0=a(t-t_0)$$
$$v-v_0=at$$

او یا هم

$$v=v_0+at\;\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(۲– ۱۲)$$

v_0 د جسم لومړنی سرعت دی او a د جسم تعجیل د t په وخت کې دی او at د جسم سرعت د t وخت له تیریدو وروسته دی.

له بلې خوا پوهیږو چې: $V_{ave}=\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{\Delta t}=\frac{S-S_0}{t}$ کله چې $t_0=0$ وی $\Delta t=t$ دی $S-S_0=V_{ave}\cdot\Delta t=\frac{v+v_0}{2}\Delta t$

ځکه چې $V_{ave}=\frac{v+v_0}{2}$ دی. له بلې خوا پوهیږو چې $v=v_0+at$ دی که چیرې د v دا قیمت په پورته رابطه کې وضع کړولیکلې شو چې:

$$S-S_0=\left(\frac{v_0+at+v_0}{2}\right)\cdot t=\left(\frac{2v_0+at}{2}\right)\cdot t=v_0t+\frac{at^2}{2}$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad (۲- ۱۳)$$

دغه رابطه د متشابه منظم متغیر حرکت معادله ده.

S – **وهل شوې واټن**

a – **تعجیل** (بیړه)

v_0 – **لمړنۍ سرعت**

S_0 – **لمړنۍ وهل شوې واټن دی**

پورتنیو رابطو ته ددغه حرکت تعجیلي معادلې ویل کیږي یعنې په جسم کې د سرعت په زیاتیدو سره تعجیل رامنځ ته کیږي.

که چیرې تعجیل په حرکت کې د سرعت د کمیدو له امله منځ ته راشي نو وروستی رابطه لاندینۍ شکل غوره کوي.

$$s = s_0 + v_0 t - \frac{1}{2}at^2$$

مناقشه: که چیرې په تعجیلي یا تأخیري حرکت کې لمړۍ فاصله s_0 **وجود ونلري، پدې حالت کې د حرکت معادلې لاندینۍ شکل غوره کوي.**

$$S = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$
$$S = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$$

او د سرعت معادلې یې عبارت دی له:

$$v = v_0 + at$$
$$v = v_0 - at$$

همدا رنګه که چیرې خوځنده جسم په دواړو حالتونو کې سربیره په لمړنۍ فاصلې، لمړنۍ v_0 **سرعت و نه لری نو د سرعت او حرکت معادلې لاندینۍ شکلونه غوره کوي.**

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (۲- ۱۴)$$

$$v = at$$

$$S = -\frac{1}{2}at^2$$

$$v = -at$$

په تأخیري حرکت کې ورو ورو د v سرعت کمیږي او کله چه $v = 0$ شي نو $v_0 = at$ کیږي دلته باید و ویل شي چه په دی ډول خوځښت کې د حرکت مشخصه د فاصلې او سرعت سربیره تعجیل هم دي.پورتنۍ معادلې د وخت یعنې t په افنا سره بله بڼه ځان ته غوره کوی. که چیرې د سرعت د معادلې څخه د t قیمت و اخلو او د حرکت په معادله کې یې وضع کړو، نو لرو چې:

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ v - v_0 &= at \end{aligned} \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

که چیرې د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، لرو چې:

$$s = \frac{1}{2}a\left(\frac{v-v_0}{a}\right)^2 + v_0\left(\frac{v-v_0}{a}\right) + \left(\frac{v-v_0}{a}\right)$$

$$s = \frac{1}{2}a\left(\frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{a^2}\right) + \left(\frac{v_0v-v_0^2}{a}\right)$$

$$s = \frac{1}{2}\left(\frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{a}\right) + \frac{v_0v-v_0^2}{a}$$

$$s = \frac{v^2+v_0^2-2vv_0}{2a} + \frac{v_0v-v_0^2}{a}$$

$$s = \frac{v^2+v_0^2-2vv_0+2vv_0-2v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{v^2-v_0^2}{2a}$$

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

که چیرې $v_0 = 0$ وي

او یا هم $$a = \frac{v^2}{2s}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۵)$$

نوت: محصلان دی پورتنۍ محاسبه په تأجیلي حرکت کې اجرا کړې او د استاد د ملاحظې څخه دی تیره کړي. په یاد ولري چه په تاجیلي یا په بل عبارت تأخیري حرکت کې تعجیل

منفي یعنی $a < 0$ دی ددغه حرکت ډېر ښه مثال د موټر د برک نیولو څخه د موټر تر دریدو پورې حرکت نه عبارت دي.

۲– ۵ مثال:

موټر د برک نیولو څخه وروسته 88m فاصله طی کوي او په دی وخت کې د موټر سرعت له $75\,{}^{km}/_{h}$ څخه تر $45\,{}^{km}/_{h}$ پورې کمیږئ.

الف) که چیرې تعجیل ثابت وي د هغه قیمت پیدا کړي؟

ب) د نوموړې فاصلې د طی کولو وخت پیدا کړي؟

حل: په دی سوال کې v_0 ، v او $s-s_0$ راکړل شوې دی غواړو چې a پیدا کړو

(الف)
$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2(s-s_0)} = \frac{(45\,{}^{km}/_{h})^2 - (75\,{}^{km}/_{h})^2}{2(0.088km)}$$
$$= -2.02 \cdot 10^4\,{}^{km}/_{h^2} = -1.55\,{}^{m}/_{sec^2}$$

دا چې د a قیمت منفي دی، نو ځکه حرکت تاخیري او په پای کې موټر ودریږي.

(ب)
$$t = \frac{2(s-s_0)}{v_0+v} = \frac{2(0.088km)}{(75+45)\,{}^{km}/_{h}} = 0.00146h = 5.27sec$$

۲– ٦ مثال:

که چیرې یو موټر د سکون له حالت څخه په $3{,}0\,{}^{m}/_{\sec^2}$ تعجیل سره په حرکت پیل وکړي وروسته له 6,5sec څخه څومره فاصله طی کوئ؟

حل: څرنګه چې موټر د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کوي، نو ځکه لومړنی سرعت یې مساوي صفر دی، له دی کبله لرو چې:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}3\,{}^{m}/_{sec^2} \cdot (6.5sec)^2 = 63.37m$$

۲– ۷: آزاد سقوط **Free Fall**

فکر موکړي ټول اجسام د لوړې ارتفاع څخه مخ ښکته لویږي، دغه لویدنه د ټولو اجسامو لپاره په ټاکلي جغرافیوي موقعیت کې د هوا د نشتوالی په صورت کې یو شان سر ته رسیږي. اجرا شوې تجربې داښیي چه د لویدونکې (سقوط کوونکې) جسم مسیر د ځمکې په لوریو مستقیم خط دي.

د لمړۍ ځل لپاره دغه قانونمندي ته انګليسي ستر رياضي پوه او فزيک پوه "نيوټن (Newton " متوجه شو. دی په نابېره توګه پخپل بڼ کې د مڼې د يوې ونې لاندې په تفکر کې و، چه ناڅا په دده د سر د پاسه د مڼې يوه دانه پرړا ولويده. دی په دې فکر شو چه وروسته د لويدو څخه دا منه ولې په بله خواو ولاړه نه چه مخامخ ښکته په ده ولويده. وروسته د ډيرو تجربو څخه دی د نتيجې ته ورسيده چه په منه باندې د ځمکې له خوا يوه قوه "دا موضوع به وروسته وويل شي" عمل کوي او دا علت دی چه دونې څخه د جلا کيدو وروسته منه مخ ښکته د ځمکې په لور غورځي.دی په دې بريالی شو چه د ځمکې د جاذبې عمومي قانون کشف کړي او د تجربو د اجرا کيدو وروسته يې لاندينې موضوعات په ګوته کړل.

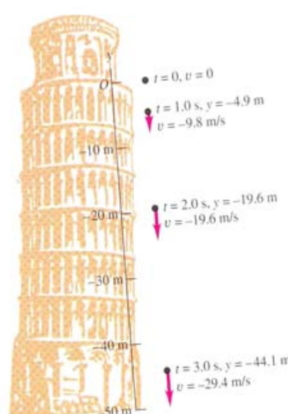
1. په ازاد سقوط کې د هوا په نشتون کې ټول اجسام په سيده مستقيم خط د ځمکې په مخ رالويږي.

2. ددغه حرکت په وخت کې د ځمکې له خوا جسم ته تعجيل ورکول کيږي، چه دغه تعجيل په g سره ښودل کيږئ او د ځمکې د کروي شکل د درلودلو په علت د تعجيل قيمت د ځمکې په سر توپير کوي، په افغانستان کې د ځمکې د جاذبې تعجيل $g = 9.81 m/sec^2$ اټکل شويدی.

3. د آزادی لويدنی د خوځيدو قانون متشابه منظم متغير حرکت دی او هر څومره چه جسم د ځمکې مخ ته نږدې کيږي رالويدونکې جسم په چټکې سره حرکت کوي، يعنې د g قيمت د سقوط د وخت سره مخامخ متناسب دي.

۲– ۸: د ازاد سقوط د حرکت او سرعت معادلې

د موضوع د وضاحت لپاره، يو جسم د h په ارتفاع کې په پام کې نيسو. که چيرې نوموړې جسم په ازادانه توګه مخ ښکته خوشې کړای شي او د هغه سرعت وروسته د هرې دقيقې څخه اندازه کړاې شي، نو لاندينۍ نتيجه تری لاسته راځي.



(۲- ۳) شکل

د لویدلو د شروع په لحظه کې سرعت صفر دي. $v=0$

په لمړۍ دقیقه کې $v=(tg)$

په دویمه دقیقه کې $v=2gt$

او وروسته د t دقیقې څخه چه جسم د ځمکې مخ ته رسیږي $v=gt$ دي. که چیرې د متشابه منظم متغیر حرکت په معادله کې $v_0=0$ او $a=g$ وضع کړو او همدارنګه د s واټن د h په ارتفاع سره وښیو د آزاد سقوط معادله په لاندې ډول لیکلې شو:

$$h=\frac{1}{2}gt^2 \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۶)$$

پدې رابطه کې h ارتفاع g د ځمکې د ثقل تعجیل په ټاکلې جغرافیوي موقعیت کې او t د سقوط وخت ارائه کوي. همدا رنګه که د سرعت د معادلې څخه د t قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو نو لیکلې شو چه:

$$t=\frac{v}{g}$$

$$h=\frac{1}{2}g(\frac{v^2}{g^2})$$

$$h=\frac{v^2}{2g}$$

$$v^2=2gh$$

$$v = \sqrt{2gh} \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۷)$$

وروستی معادله د آزاد سقوط د سرعت معادله ده په هغې کې t نه شته دی دا مانا لري چې تېول شيان په يو سرعت د ځمکې مخ ته رارسيږي.

۲ – ۹: مخ پورته عمودي غورځونه

د ازاد سقوط پر عکس که چيرې يو جسم نيغ په نيغ مخ پورته وغورځول شي، پدې حالت کې د آزاد سقوط پر خلاف د جسم لومړنی سرعت څخه د وخت په هره لحظه کې د gt په اندازه کميدونکې تغيير راځي. که چيرې د جسم د مخ نيغه غورځولو په وخت کې لمړی سرعت v_0 وي، د اوج په نقطه کې د هغه تعجيلي سرعت صفر کيږي او د سرعت معادله يې عبارت ده له:

$$v = v_0 - gt$$

اعظمي ارتفاع ته د جسم د رسيدو په وخت کې، جسم لږ څه تم کيږي يعنی $v = 0$ کيږي له دې کبله لرو چې:

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g} \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۸)$$

دلته t د متحرک جسم لوړې نقطې ته د رسيدو وخت دی. که چيرې اعظمي ارتفاع h فرض کړو او د تأخيري حرکت په معادله کې s په h او $a = g$ سره عوض کړو د مخ پورته عمودي غورځونې معادله په لاندې ډول ليکلې شو:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{.........................} \quad (۲- ۱۹)$$

دغه رابطه د تاخيري سيده حرکت معادله ده که چيرې وغواړو د سرعت د معادلې څخه د t قيمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، نو ليکلې شو چې:

$$v = v_0 - gt$$

$$v - v_0 = -gt \qquad\qquad v_0 - v = gt$$

$$t = \frac{v_0 - v}{g} \qquad\qquad (۲- ۲۰)$$

$$h = v_0\left[\frac{v_0 - v}{g}\right] - \frac{1}{2}g\left[\frac{v_0 - v}{g}\right]^2$$
$$h = \frac{v_0^2 - vv_0}{g} - \frac{v_0^2 + v^2 - 2vv_0}{2g}$$
$$h = \frac{2v_0^2 - 2vv_0 - v^2 - v_0^2 + 2vv_0}{2g}$$
$$h = \frac{v_0^2 - v^2}{2g}$$
$$v_0^2 - v^2 = 2gh$$

څرنګه چه په اعظمي نقطه کې $v = 0$ دي، نو لیکلې شو چې:

$$v_0^2 = 2gh$$
$$h = \frac{v_0^2}{2g} \quad \text{..........................} \quad (۲- ۲۱)$$

اوس غواړو ثابت کړو چه د آزاد سقوط او مخ پورته غورځیدنې وخت پدې شرط چه ارتفاع مساوي وي سره مساوي دي یعنې که د ازاد سقوط وخت t_1 او په عین ارتفاع سره د مخ پورته غورځیدو وخت t_2 وي $t_1 = t_2$ دي.

د آزاد سقوط په حالت کې $v = gt_1$ او t_1 د سقوط وخت دي.

که t_2 د صعود وخت فرض کړو $v = v_0 - gt_2$ دي

د بلې خوا کله چه جسم د h ارتفاع ته رسیږي $v = 0$ دي او $v_0 = gt_2$ کیږئ.

څرنګه چه $v = v_0$ دي نو لیکلې شو چه

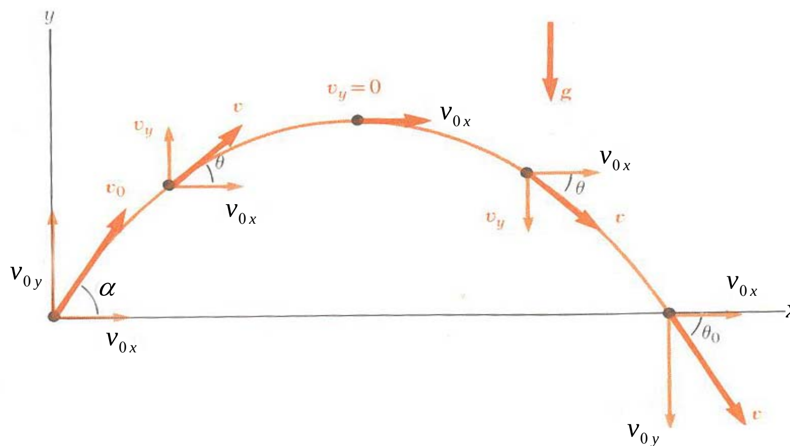
$$gt_1 = gt_2$$
$$t_1 = t_2 \quad \text{..........................} \quad (۲- ۲۲)$$

۲- ۱۰: مایله غورځونه **Projectile motion**

په عملي ژوند کې ډیر داسې کیږي چه یو جسم د یوه موقعیت څخه بل ته وغورځول شي، دا چه دغه غورځول شوې جسم چه په لمړنۍ v_0 سرعت سره د α زاویې لاندې د یوې مبدې څخه غورځول کیږي، پخپله تګ لاره کې په څرنګه مسیر یا لارې خوځیږي تر

مطالعې لاندې نیول کیږي او د دغه مسیر پوره اړوند پارامترونه یا په بل عبارت د حرکت د اړوند کمیتونه څیړل کیږي.

داسې په پام کې نیسو چه یو جسم د (x, y) د وضعیه کمیتونو د سیستم د مبدی څخه v_0 په لمړنی سرعت سره د α زاویې لاندې چې د x د محور سره یې جوړوي غورځول کیږي. که په ځیر ولیدل شي معلومیږي چې نبنه وینبتونکې د O د مبدې څخه د x په محور باندې مخامخ نبنه نه شي ویشتلې، نبنه ویشتونکې غیشی مجبور دی چه لمړی یو لوړوالې ته ورسیږي (د h لوړوالي ته) او د نبنې په لور د هم هغه ځای څخه حرکت وکړي ترڅو په نبنه ولګیږي. مونږ د داسې یو حرکت ټولې ځانګړتیاوې په لاندې توګه توضیح کو.



(۲- ۴) شکل

۲– ۱۱: د مایل غورځول شویو اجسامو د حرکت معادلې

که چیرې د غورځول شوې جسم لمړنی سرعت v_0 اد غورځیدو زاویه د xله محور سره $\propto$ وي، نو کولای شو چه د v_0 سرعت چه وکتوري کمیت دي د x او y په استقامتونو تجزیه کړو.(۲– ۴ شکل).

د سرعت مرکبه د x محور په استقامت $v_{0x} = v_0.\cos\propto$ ده پداسې حال کې چه د v_0 مرکبه د y محور په امتداد $v_{0y} = v_0.\sin\propto$ کیږي. د بلې خوا نه د x محور په اوږدوکې v_x مرکبه ثابته پاتې کیږي، پداسې حال کې چه د y محور په استقامت $v_0.\sin\propto$ د

کميت څخه په هر لحظه کې د $1gt$ ، او $2gt$ په اندازه کميږي ترڅو صفر شي وروسته د t وخت څخه د y محور په لور د غورځول شوې جسم سرعت $v_{0y} = v_0.\sin \propto - gt$ کيږي.

که چيرې غورځول شوې جسم خپلې ډيرې لوړې نقطې يعنى د اوج نقطې ته ورسيږي هلته سرعت يعنې $v_{0y} = 0$ کيږي لدغه ځايه:

$$v_0.\sin \propto - gt = 0$$

$$t = \frac{v_0}{g}.\sin \propto \quad \text{.........................} \quad (۲- ۲۳)$$

د t په دغه قيمت سره د مرمى يا غيشې د رسيدو نيمايي فاصله د x په محور وهل کيږي. که د t قيمت د x په لورى د حرکت په معادله کې وضع کړو. نو ليکلې شو چې:

$x = v_0.\cos \propto .t = v_0.\cos \propto .\frac{v_0}{g}.\sin \propto$ ، x د برد Range د واټن په نوم ياديږي x د تيررس نمايي فاصله ده. د تيررس نيمايي فاصله که دوه چنده کړو، نو هغه فاصله لاسته راځي چه غورځول شوې جسم ورته د t په وخت کې رسيږي يعنى

$$x = \frac{v_0^2}{g}.2.\cos \propto .\sin \propto$$

د بلې خوا

$$2\sin \propto .\cos \propto = \sin 2 \propto$$

$$x = \frac{v_0^2}{g}.\sin 2 \propto \quad \text{.........................} \quad (۲- ۲۴)$$

دا د تيررس فاصله يا د غورځول شوې جسم له مبدأ نه په ځمکه باندې د رالويدو د نقطې تر منځ فاصله ده. اوس د غورځول شوې جسم د حرکت معادله د y په محور مطالعه کوو:

$$y = h = v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

د بلې خوا

$$v_{0y} = v_0 sin\alpha$$

$$h = v_0 sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (۲- ۲۵)$$

د y په محور د سرعت معادله عبارت ده له:

$$v_y = v_0 \sin\alpha - gt$$

د اوج په نقطه کې $v_y = 0$ دی، نو څکه لرو چې:

$$t = \frac{v_0}{g} sin\alpha$$

د t دا قیمت په (۲– ۲۵) معادله کې وضع کوو:

$$h = v_0 sin\alpha \cdot \frac{v_0 sin\alpha}{g} - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2 sin^2\alpha}{g^2}$$

$$h = \frac{v_0^2 sin^2\alpha}{2g} \qquad (۲– ۲٦)$$

د تګ لورې (مسیر) د هندسي بڼې د پیدا کولو لپاره د $y = f(x)$ منحني پیدا کوو:

مخکې مو درلودل چې $t = \frac{x}{v_0 cos\alpha}$ او همدارنګه $x = \frac{v_0 sin2\alpha}{g}$، له بلې خوا:

$$y = v_0 sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2$$

که په دې معادله کې د t قیمت وضع کړو لیکلې شو چې:

$$y = v_0 sin\alpha \cdot \frac{x}{v_0 cos\alpha} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 cos^2\alpha}$$

$$y = tg\alpha \cdot x - \frac{1}{2} \frac{g}{v_0^2 cos^2\alpha} \cdot x^2$$

که چیرې $tan\alpha = a$ او $\frac{g}{v_0^2 cos^2\alpha} = b$ وضع کړو چې ثابت قیمتونه دی لیکلې شو چې:

$$y = -bx^2 + ax$$

دا معادله د غورځونې د حرکتونو تګ لورې (مسیر) ښيي چې یو پارابول دی چې څانګې یې ښکته خواته دی $(-b)$.

همدا رنګه کولای شو چه د غورځول شوې جسم لوړوالې هم پیدا کړو. څرنګه چه په اعظمي لوړوالي کې د جسم سرعت صفر دي نو لیکلې شو چه

$$o = v_0 . \sin \propto - gt$$

$$t = \frac{v_0}{g} \sin \propto$$

t لوړې نقطې ته د رسیدو وخت دی که د t دا قیمت د حرکت په معادله کې وضع کړو، نو د جسم ترټولو لوړه نقطه یا د اوج نقطه په لاس راځی، یعنی:

$$h = y = v_0 . \sin \propto \frac{v_0}{g} \cdot \sin \propto - \frac{1}{2} g \frac{v_0^2}{g^2}$$

$$h = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin^2 \propto - \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2 \propto$$

$$= \frac{2v_0^2 \sin \propto^2 - v_0^2 . \sin \propto^2}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

په د توګه د غورځول شوي جسم د اوج نقطې لوړوالي عبارت دی له:

$$h = \frac{v_0^2}{2g} \cdot \sin^2 \propto \text{ .... } (\text{۲۷ } - \text{۲})$$

۲− ۸ مثال:

د فوټ بال توپ د $20 \, m/\sec$ په سرعت سره د $\propto = 37^\circ$ زاويې لاندې شوټ کيږئ

الف) د اوج د نقطې ارتفاع پیدا کړي؟

ب) څومره وخت وروسته توپ په ځمکه راولیږي؟

حل: د لومړنۍ سرعت مرکبې عبارت دي له:

$$v_{0x} = v_0 cos37^\circ = (20 \, m/sec)(0.799) = 16 \, m/sec$$
$$v_{0y} = v_0 sin37^\circ = (20 \, m/sec)(0.602) = 12 \, m/sec$$

الف) د اوج په نقطه کې سرعت مساوي صفر دي، یعنی $v_y = 0$

$$v_y = v_{0y} - gt$$

$$o = 12 \, m/\sec - 9,8 \, m/\sec^2 \cdot t$$

$$t = \frac{12 \, m/\sec}{9,8 \, m/\sec^2} = 1,22 \sec$$

$$y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 = 12 \, m/\sec \cdot 1,22 \sec - \frac{1}{2} (9,8 \, m/\sec^2)(1,22 \sec)^2$$

$$y = 7,35m$$

ب) کله چې توپ په ځمکه راولیږي، نو $y = 0$ دي

$$y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$o=\left(12\,{}^{m}/_{\sec}\right)t-\frac{1}{2}\left(9,80\,{}^{m}/_{\sec^2}\right)t^2$$

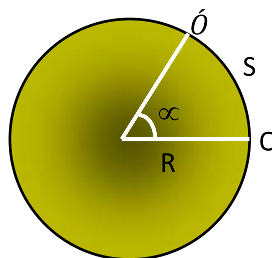
$$t=\frac{2\left(12,0\,{}^{m}/_{\sec}\right)}{\left(9,80\,{}^{m}/_{\sec^2}\right)}=2,45\sec$$

نوموړې توب $2,45\sec$ وروسته بیرته په ځمکه راولیږئ.

۲ – ۱۲: دایره وي حرکت Circular Motion

دایره وي حرکت هغه حرکت ته ویل کیږي چه خوځنده جسم د دایرې پر محیط باندې راو ځرخي. د دایرې عمده ځانګړتیاوې د دایرې د مرکز، شعاع، قطر او محیط ځینې عبارت دي. دغه کمیتونه د یو بل سره د π پوسیله مرتبط دي، مثلاً د دایرې محیط $2\pi r$ او یا πd دي. پدې لحاظ د خوځنده نقطې موقعیت د محیط په یوه نقطه کې د هغې مرکزې زاویې پورې اړوند دي چه د دایرې د افقي محور او د خوځیدونکې نقطې او د دایرې د مرکز د اتصالي خط تر منځ تشکیل کیږي. که چیرې نوموړې زاویه $\propto$ او ددایرې شعاع R وي نو د زاویې مقابل قوس S د α او R په وسیله مشخص کیږي.

$$S=R\propto \quad \text{(۲– ۲۸)}$$



(۲- ۵) شکل

د دایرې په محیط باندې متشابه منظم حرکت:

فرضاً یو جسم د دایرې پر محیط باندې د O له موقعیت څخه متشابه منظم حرکت باندې وخوځیږي او وروسته د t ټاکلې وخت څخه د Ó موقعیت ته ورسیږي. په حقیقت کې د دایرې پر محیط نوموړې جسم د $S=O\acute{O}$فاصله د t په وخت کې وهي. ددغه قوس

پمقابل کې نومورې جسم مرکزي ∝ زاويه جوړه وي. د دايرې پر محيط S لپاره لکه د پخوا په شان ليکلې شو.

$$S = R\alpha$$

دلته د S وهل شوې فاصله د زاويې د شعاع او مرکزي ∝ زاويې پورې اړونده ده. څرنګه چه په يوې ځانګړې دايره کې د دايرې شعاعR ثابت کميت دي. نو ويلې شو چه په يوې ټاکلې دايره کې د محيط په امتداد باندې وهل شوې فاصله S د مرکزي ∝ زاويې تابع دي.

يعنى $$S = Rf(\alpha)$$

لکه څرنګه چې پوهيږو چې د فاصلې مشتق نظر هغه وخت ته چه دغه فاصله پکښې وهل شويده د دايرې په مخ خطي سرعت په لاس راکوي.

$$\frac{ds}{dt} = \vec{v} = R\frac{d\alpha}{dt}$$

پدغه رابطه کې $\frac{d\alpha}{dt}$ ته زاويوی سرعت ويل کيږي که چيرې زاويوی سرعت په ω سره وښودل شي. نو لاندينۍ رابطه تری حاصل کيږي.

$$\vec{v} = R.\frac{d\alpha}{dt} = R.\omega$$

$$\vec{v} = R\omega \qquad (۲- ۲۹)$$

پورتنی رابطه د دايرې د محيط پر مخ د خطي او زاويوي سرعت تر منځ ارتباط ښيئ. همدا رنګه v يو وکتوري کميت دي، چه د جسم د خوځښت په وخت کې خپل جهت ته تغيير ورکوي او د جهت دغه تغيير په متشابه منظم حرکت کې د زاويوي تعجيل باعث ګرځي. بايد وويل شي د خطي سرعت تغيير په ټاکلې وخت کې د زاويوي سرعت د تغيير لامل هم ګرځي. پوهيږو چه تعجيل د سرعت مشتق نسبت وخت ته دی، يعنې:

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} = R\frac{d\omega}{dt} = R \cdot \beta \qquad (۲- ۳۰)$$

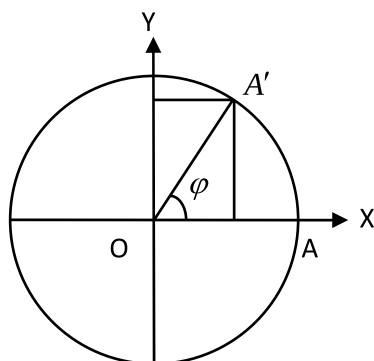
پدې رابطه کې $\frac{d\omega}{dt} = \beta$ د زاويوي تعجيل په نوم ياديږي.

۲– ۱۳: په دایروي حرکت کې د x او y په لور د حرکت معادلې

یوه دایره په پام کې نیسو چه شعاع یې R دي او مرکز یې د وضعیه کمیتونو د تقاطع یعنی مبدأ سره منطبق دی جسم د A له موقعیت $(R = OA)$ څخه د دایرې پر محیط کینې خواته د $\acute{A}$ په استقامت خوځي او وروسته د t له وخت څخه $\acute{A}$ موقعیت ته رسیږي. که چیرې د $\acute{A}$ څخه د OX او OY پر محور عمودونه رسم کړو نو لیدل کیږي چه د $O\acute{A}$ د X او Y پر محورونو ارتسام موندلې دي. د A څخه د $\acute{A}$ په لور مرکزی زاویه که چیرې φ وبلل شي نو $\varphi = \omega.t$ کیږي ω زاویوی سرعت دي. د شکل مطابق د x او د y قیمتونه په لاندینۍ توګه حاصلولې شو.

$$\cos\varphi = \frac{x}{OA'} \Rightarrow x = OA' \cdot \cos\varphi$$ او یا

$$x = R.\cos\varphi = R.\cos\omega t \qquad (۲– ۳۱)$$



(۲- ۶) شکل

همدا رنګه لیکلې شو چه:

$$\sin\varphi = \frac{y}{OA'}$$

$$\sin\omega t = \frac{y}{R}$$

$$y = R \cdot \sin\omega t \qquad (۲– ۳۲)$$

که چیرې د (۲– ۳۱) او (۲– ۳۲) معادلو مشتق ونیسو، نو پدغه استقامتونو د سرعت مرکبې لاس ته راځي.

$$v_x = \dot{x} = -R\omega.\sin \omega t \text{ .... } (۲– ۳۳)$$

$$v_y = \dot{y} = R\omega.\cos \omega t \text{ .... } (۲– ۳۳)$$

مجموعي سرعت عبارت دی له

$$\upsilon^2 = v_x^2 + v_y^2 = R^2\omega^2.\sin^2 \omega t + R^2\omega^2.\cos^2 \omega t$$

$$= R^2\omega^2\left(\sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t\right)$$

$$v^2 = R^2\omega^2 \Rightarrow v = R\omega \text{ .... } (۲– ۳۵)$$

که چیرې (۳۳–۲) او (۲– ۳۴) رابطې یو ځل بیا اشتقاق شي نو لیکلې شو چې:

$$a_x = \ddot{x} = -R\omega^2 \cdot \cos \omega t$$

$$a_y = \ddot{y} = -R\omega^2 \cdot \sin \omega t$$

ټولیز او یا محصله تعجیل عبارت دي له

$$a^2 = a_x^2 + a_y^2 = R^2\omega^4.\cos^2 \omega t + R^2\omega^4 \sin^2 \omega t$$

$$a = R^2\omega^4\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t\right)$$

$$a^2 = R^2\omega^4$$

$$a = R\omega^2 \text{ .... } (۲– ۳٦)$$

د بلې خوا څرنګه چه

$$v = R\omega$$

$$\omega = \frac{v}{R}$$

او یا هم

$$a = R\frac{v^2}{R^2}$$

$$a = \frac{v^2}{R} \text{ .... } (۲– ۳۷)$$

۲– ۹: مثال:

یو جسم د $9,2\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره په یوه دایروي مسیر چې شعاع یې $22m$ ده حرکت کوي د جسم پریود یا د تناوب وخت پیدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$v = R\omega = \frac{R2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi(22m)}{9,2\, m/\sec} = 15\sec$$

۲– ۱۰ مثال:

یو موټر د $28\, m/\sec$ په سرعت سره په یوه دایروي مسیر چې شعاع یې $140m$ ده حرکت کوي د موټر تعجیل پیدا کړي؟

حل: په دایروي حرکت کې د تعجیل لپاره لرو چې:

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(28\, m/\sec)^2}{140m} = 5,6\, m/\sec^2$$

۲– ۱۴: د فصل لنډیز

- کله چې یو جسم د یوه مستقیم خط په امتداد حرکت کوي د هغه وضعیت د O د مبدا د نقطې په نسبت په S سره ښودل کیږي.

تغییر مکان د یوه جسم ځاې بدلون دي او د فاصلې په خلاف وکتوري کمیت دي. که چیرې یو جسم یا یوه ذره د x د محور په مثبت جهت حرکت وکړي د هغه تغییر مکان مثبت او که په منفي جهت حرکت وکړي تغییر مکان منفي دي.

- د یوه جسم منځنۍ سرعت د $\Delta t = t_2 - t_1$ په وخت کې عبارت دی له:

$$v_{av} = \bar{v} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \qquad (۲- ۳۸)$$

- لحظه یي سرعت (یا په ساده ډول سرعت) د t په هر کیفي وخت کې عبارت دي له:

$$v = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \qquad (۲- ۳۹)$$

- منځنۍ تعجیل د $\Delta t = t_2 - t_1$ په وخت کې عبارت دی له:

$$a_{av} = \bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad (۲- ۴۰)$$

- لحظه یي تعجیل (یا په ساده ډول تعجیل) د سرعت بدلون نسبت وخت ته دي، یعنی:

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \qquad (۲- ۴۱)$$

- کله چې تعجیل ثابت وي د حرکت معادلې په لاندې ډول دي.

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \qquad (۲- ۴۲)$$

$$v = v_0 + at \qquad (۲- ۴۳)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(s - s_0) \qquad (۲- ۴۴)$$

$$s - s_0 = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \qquad (۲- ۴۵)$$

- **که چیرې سرعت ثابت نه وي او د وخت تابع وي د جسم د سرعت مشتق نسبت وخت ته تعجیل په لاس راکوي او د تغییر مکان مشتق نسبت وخت ته سرعت په لاس راکوي.**

- **په پرتابي حرکتونو یا غورځونو کې** $a_x = 0$ **او** $a_y = -g$ **دي د تغییر مکان او سرعت مرکبې عبارت دي له:**

$$x = (v_0 \cos \propto)t \qquad (۴٦ -۲)$$

$$y = (v_0 \sin \propto)t - \frac{1}{2}gt^2 \qquad (۴۷ -۲)$$

$$v_x = v_0 \cos \propto \qquad (۴۸ -۲)$$

$$v_y = v_0 \sin \propto - gt \qquad (۴۹ -۲)$$

- **کله چې یو جسم د R په شعاع په یوه دایره یي مسیر باندې د V په سرعت حرکت کوي د هغه تعجیل مساوي دی په:**

$$a = \frac{v^2}{R} \qquad (۵۰ -۲)$$

د دویم فصل سوالونه

1. یو اورګاډی (ترین) چې اوږدوالی یې $100m$ دي. د $200m$ په اوږدوالی تونل نه په څومره وخت کې تیریږي که چیرې د اورګاډي سرعت $36\,{km}/{h}$ وي؟
ځواب (30sec)

2. یو زده کوونکي له کور نه د ښوونځي په خوا لومړی $350m$ د ختیځ په خوا او وروسته $350m$ د شمال په خوا حرکت وکړ د زده کوونکي تغییر مکان پیدا کړئ؟
ځواب (494.9m)

3. یو بایسکل ځغلونکې په مستقیمه لاره د $12\,{km}/{h}$ په سرعت بایسکل ځغلوي د لودیځ نه د ختیځ په خوا د یوه ننداره کونکي له څنګ نه تیر شو. معلوم کړئ چې دوه ساعته مخکې بایسکل ځغلونکي چیرې وه او همدا رنګه وواياست چې یو نیم ساعت وروسته به بایسکل ځغلونکي چیرې وي؟ ځوابونه: (له ننداره کونکي نه 24km د لودیځ په خوا، له ننداره کونکي نه 18km د ختیځ په خوا)

4. دوه بایسکل ځغلونکي د $160m$ په واټن یو له بل نه واقع او په یوه وخت یو له بل سره د ملاقات یا لیدنې لپاره دواړه یو د بل په خوا په حرکت پیل کوي. د یوه سرعت $5\,{m}/{\sec}$ او د بل $3\,{m}/{\sec}$ دي. وروسته له څومره وخت نه یو له بل سره مخامخ کیږي د هر یوه تغییر مکان پیدا کړئ. ځوابونه (100m,60m,20sec)

5. د ځمکې او سپوږمۍ ترمنځ واټن $380000km$ دي. یوې مصنوعي سپوږمکې یا فضايي بیړې د نوموړې واټن نیمايي برخه په 25 ساعتو کې او دویمه نیمايي برخه یې په 50 ساعتو کې طی کړه. د بیړې منځنۍ سرعت په لومړۍ نیمايي، دویمه نیمايي او په ټول واټن کې پیدا کړي حرکت مستقیم الخط فرض کړئ؟ ځوابونه ($7,6.10^3\,{km}/{h}$ ، $3,8.10^3\,{km}/{h}$ ، $5.7\cdot10^3\,{km}/{h}$)

6. یو سرویس موټر د لارې په افقي برخه کې د $10\min$ په جریان کې د $72 {km}/_{h}$ په سرعت او وروسته د لارې په مخ پورته برخه کې د $20\min$ په جریان کې د $36 {km}/_{h}$ په سرعت سره حرکت کوي. د سرویس منځنۍ سرعت په ټوله لاره کې څومره دي؟
ځواب: ($48 {km}/_{h}$)

7. د $0,001\sec$ په جریان کې د فضايي بیړې سرعت $0,05 {m}/_{\sec}$ زیات شو. پیدا کړئ چې بیړې په کوم تعجیل حرکت کړی دی؟ ځواب: ($50 {m}/_{sec^2}$)

8. له پای (فنیش) نه $5\sec$ مخکې د بایسکل ځغلونکې سرعت $18 {km}/_{h}$ وه او په فنیش کې یې سرعت $25,2 {km}/_{h}$ شو. د بایسکل ځغلونکې د حرکت تعجیل پیدا کړي؟
ځواب: ($0.40 {m}/_{\sec^2}$)

9. یوه الوتکه په هوايي ډګر کې د کښیناستو په وخت کې د $70 {m}/_{\sec}$ په سرعت سره درن وی (Runway) سره په تماس کې شوه او له $20\sec$ نه وروسته ودریده. په د ی حرکت کې د الوتکې تعجیل پیدا کړئ؟ ځواب: ($-3.5 {m}/_{sec^2}$)

10. د لسمې ثانیې په پای کې د یوه جسم سرعت $15 {m}/_{\sec}$ دی. د جسم سرعت د پنځمې ثانیې په پای کې څومره وه که چیرې حرکت یو نواخت تعجیلي او د سکون له حالت نه پیل شوې وي؟ ځواب: ($7,5 {m}/_{\sec^2}$)

11. یو جسم د $6 {m}/_{\sec^2}$ په ثابت تعجیل سره حرکت کوي له $4\sec$ نه وروسته د جسم په واسطه طی کړل شوې واټن په هغه صورت کې پید کړي چې د جسم لومړنۍ سرعت الف)صفر، ب) $4 {m}/_{\sec}$ وي.ځوابونه: الف($48m$) ب ($64m$)

12. سرویس له تم ځای نه باید څومره واټن طی کړي تر څو سرعت یې تر $36 {km}/_{h}$ پورې زیات شي په دی شرط چې تعجیل یې له $1,2 {m}/_{\sec^2}$ نه زیات نه شي؟
ځواب($42m$)

13. موټر په یو نواخت تعجیلی حرکت سره $100m$ واټن طی کوي چې سرعت یې $20 {m}/_{\sec}$ ته رسیږي. د نوموړې واټن په وسطي نقطه کې سرعت څومره وه؟

ځواب($14.14\,m/_{sec}$)

14. ځمکې ته د رسیدو په وخت کې په یوه لحظه کې د یوه آزاد لویدونکې یا سقوط کونکې جسم سرعت $7\,m/_{sec}$ دي.معلوم کړي چې نوموړي جسم له کومې ارتفاع څخه سقوط کړی دي؟ ځواب ($2.45m$)

15. پراشوتیست له الوتکې نه له ټوپ وهلونه $2\sec$ ورروسته خپل پراشوټ پرانیزي. د پراشوټ د پرانیستلو تر وخت پورې څومره واټن په عمودي توګه طی کوي او ددې واټن په پای کې یې لحظوي سرعت څومره دي؟ ځوابونه: ($20m$ $20\,m/_{sec}$)

16. د $1000m$ په ارتفاع له یوه ولاړ هیلوکپتر نه د توپانچې په واسطه په عمودي توګه ښکته خواته مرمي فیر کیږي. مرمي د $200\,m/_{sec}$ په سرعت پرواز کوي. ورروسته له څومره وخت نه او په کوم سرعت مرمي ځمکې ته را رسیږي؟ ځوابونه:($4,5\sec$ ، $245\,m/_{sec}$)

17. یوه ډبره د $v_0 = 30\,m/_{sec}$ په سرعت د $\propto = 60^\circ$ زاویې لاندې نظر افق ته وویشتل شوه د $2\sec$ نه ورروسته په بام ولګیده. د کور ارتفاع او له کوره پورې واټن څومره دي؟ ځوابونه ($77.94m$ ،$33.75m$)

18. یو توپ په عمودي توګه پورته خواته غورځول شوې دی او له $3\sec$ وخت نه ورروسته په هغه ځای بیرته راولوید له کومه ځایه چې اچول شوې وه. په کوم لومړنی سرعت توپ غورځول شوې وه؟ ځواب ($15\,m/_{sec}$)

دريم فصل

ديناميک Dynamics

سريزه: ديناميک د ميخانيک فزيک هغه برخه ده چې په هغه کې د اجسامو ټولي ممکنه خپل مينځي اغيزې چي د هغو دتعجيلي حرکت لامل ګرځي مطالعه کيږئ. ستاتيک د ديناميک يوځانګړی حالت دي چې په هغه کې تعجيل وجود نه لري. ديناميک د قوو د علم په نوم هم ياديږي نوځکه لومړې د قوې له پيژندنې نه پيل کوو.

۳–۱: قوه Force

هر هغه لامل چې ولاړ يا ساکن جسم خوځوي يا خوځنده (متحرک) جسم دروي او يا په جسم کې تعجيل پيدا کوي د قوې په نوم ياديږي. يا په بل عبارت قوه ديوه جسم د اغيزې مقياس په بل جسم دی. قوه يو وکتوری کميت دی چې له کچې پرته جهت يا لوری او د اغيزی نقطه هم لری. هغه قوه چې د هغې د اغيزې له امله ټول اجسام له پورته نه کښته خواته په عين تعجيل يا يو شان تعجيل (g) سره د ځمکې پرمخ رالويږي د ثقل د قوې په نوم ياديږی يا هغه قوه چې ځمکه ټول شيان د هغې په واسطه ځان خواته راکشوي يا جذبوي د ځمکې د جاذبې يا ثقل قوه ده او هغه عبارت ده له

$$\vec{W} = m\vec{g} \qquad (۳- ۱)$$

په (۳–۱) رابطه کې m د جسم کتله او g د ځمکې د جاذبې يا ثقل قوې تعجيل دي. د قوې واحد د SI په سيستم کې نيوتن (N) دي. يو نيوتن قوه هغه قوه ده چې که چيرې د يو کيلو ګرام کتلي په يوه جسم باندې عمل وکړي هغه ته د $1m\ /sec^2$ په اندازه تعجيل ورکوي. له دې ځايه معلوميږي چې قوه د هغه تعجيل په واسطه اندازه کيږي چې هغې ايجاد کړي دي.

د نيوتن قوانين:

د ديناميک بنسټ د نيوتن درې ګوني قوانين تشکيلوي او هغه عبارت دي له:

۳–۲: د نیوتن لومړی قانون:

د نیوتن لومړی قانون بیا نوی چې که چیري یو جسم ساکن وي تر څو په هغه قوه عمل ونه کړي خپل د سکون حالت ساتي او که چیري د حرکت په حال کې وي، نو حرکت به یې مستقیم الخط او منظم وي دا قانون د عطالت د قانون په نوم هم یادیږي. ددې قانون پر بنسټ اجسام عطیل او تمبل دي همیشه کوشش کوی چې خپل اوسني حالت وساتي د نیوتن د لومړی قانون پربنسټ سکون او په ثابت سرعت سره حرکت کول یو شان دي.

۳–۳: د نیوتن دویم قانون:

د نیوتن دویم قانون بیانوی چې یوه قوه په یوه جسم باندي عمل وکړی دا قوه په خپل جهت جسم ته تعجیل ورکوی، داسي چې که چیرې دا قوه دوه چنده، دري چنده، او څو چنده کړو له هغې نه لاس ته راغلي تعجیل به هم یو چند، دوه چنده او څو چنده شي، یعني قوه او تعجیل یو له بل سره متناسب دي:

$$F \propto a$$

$$F = m.a \text{ .... } (۳- ۱)$$

په عمومي ډول لیکلي شو چې :

$$\sum F = ma \text{ .... } (۳- ۲)$$

له پورتنی رابطې نه څرګندیږي چې د نیوتن دویم قانون د نیوتن د لومړی قانون یوځانګړي حالت دي. ځکه کله چې قوه صفر وي یا په جسم باندي قوه عمل ونه کړي، نو د جسم تعجیل هم صفر دي. د نیوتن له دویم قانون نه د قوې واحد په لاندي ډول حاصلیږي:

$$F = ma$$

$$N = 1kg \,.\, m/sec^2 \text{.......................... } (۳- ۳)$$

د $C.G.S$ په سیستم کې د قوې واحد ډاین $(dyne)$ دي.

$$1\,dyne = 1g.\,cm/sec^2 \text{.................. } (۳- ۴)$$

په انګلیسي سیستم $(F.P.S)$ کې د قوې واحد پونډ (Lb) دي.

$$1\,Lb = 1\,slug\,.\,ft/\,sec^2 \text{ .... } (۳- ۵)$$

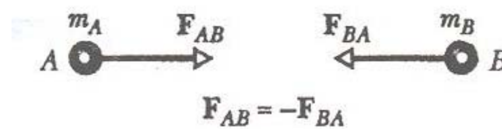
$$1N = 0{,}225\,Lb \text{ .... } (۳- ۶)$$

د $(F.P.S)$ په سیستم کې د کتلې واحد $slug$ دی، داسې چې $1slug = 14.6\ kg$

۳–۴: د نیوتن دریم قانون:

په طبیعت کې قوې یو طرفه یا یو اړخیز عمل نه کوي همیشه په جوړه (جفت) یا متقابل ډول عمل کوي. د بیلګې په توګه که چیرې یو څټک په یوه میخ باندې قوه وارده کړي، میخ هم هغومره قوه په څټک په مخالف لورى وارده وي او یا که چیرې د لاس په واسطه په میز ضربه وارده کړو، نو زموږ لاس یو درد احساسوي دا هغه قوه ده چې د میز له خوا زموږ په لاس وارده شوي ده. په بل عبارت د هر عمل په مقابل کې عکس العمل وجود لري چې د کچې له پلوه له عمل سره مساوي خو د هغه په مخالف لوري باندې عمل کوي.

په (۳–۱) شکل کې د A جسم د $\vec{F}_{AB}$ قوه د B په جسم واردوي تجربه شپې چې د B جسم هم د $\vec{F}_{BA}$ قوه د A په جسم واردوي.



(۳- ۱) شکل

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (۳- ۷)$$

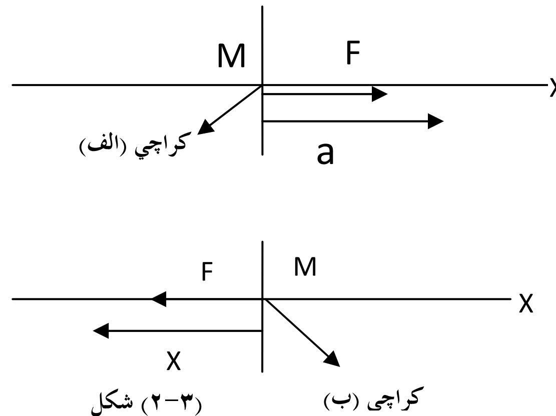
(۳–۷) رابطه د نیوتن دریم قانون دی.

(۳–۱) مثال: یو سړی یوه باروړونکي کراچۍ چې کتله یې له بار سره 240 kg ده د جادې په مخ د 2.3 m په واټن د F = 130 N ثابتې افقي قوې په واسطه له خپل ځایه بې ځایه کړې ده د اصطکاک له قوې نه صرف نظر وکړئ.

الف: که چیرې کراچۍ د سکون له حالت څخه په حرکت پیل کړې وي د کراچۍ وروستۍ یا نهایي سرعت پیدا کړئ؟

ب: که سړی وغواړي چې د کراچۍ د سرعت جهت په 4.5 sec کې په مخالف لوري راوګرځوي نوموړی دا کار په کومه ثابته قوه تر سره کولی شي؟

حل: د (۳–۲الف) شکل د نوموړي جسم (کراچي) وضعيت ښيي، افقي محور X او د هغه زياتوالي ښې خواته دي او کراچي د يوې ذرې په توګه په يوه نقطه سره ښيوو.



فرضوو چې د F د قوې افقي مرکبه يعني F_X يوازيني افقي قوه ده چې سړي يې په کراچي واردوي. له دې کبله د کراچي تعجيل a_x د نيوتن د دويم قانون نه په لاس راوړو:

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{130N}{240\,Kg} = 0.5\,m/sec^2$$

د نهايي سرعت د پيداکولو لپاره د $V^2 = V_0^2 + 29(x - x_0)$ معادلې نه ګټه اخلو.

څرنګه چې $V_0 = 0$ او $x - x_0 = s$ او A_x په A سره ښيوو، نولرو چې.

$$V = \sqrt{2as} = \sqrt{2(0.542m/sec^2)(2.3m)} = 1.6\,m/sec$$

قوه، تعجيل او نهايي سرعت ټول مثبت دي او دا په دې مانا دي چې ټول ياد شوي کميتونه په (۳–۲ الف) شکل کې ښې خواته دي.

ب: د سرعت د لورې د بدلون لپاره لومړی په 4.5 sec وخت کې د کراچي تعجيل پيدا کوو پدې صورت کې لرو چې:

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{(-1.6m/sec) - (1.6m/sec)}{4.5sec} = -0.711m/sec^2$$

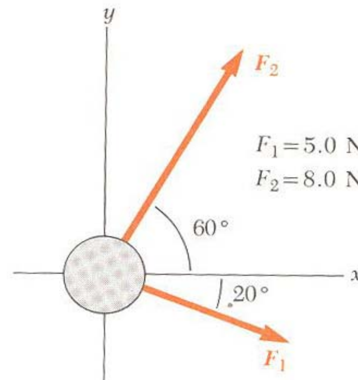
دا تعجيل د (الف) د جز له تعجيل نه زيات دي، له دې کبله سړي بايد په زياته قوه کراچي کش کړي دا قوه مساوي ده په:

$$f_x = ma_x = (240kg)(-0.711m/sec^2) = -171N$$

د منفي علامه ښيي چي سرى بايد کراچي د x د کمبنت په لورى (يعني په منفي جهت) باندي کش کړى (۳-۲ ب) شکل.

(۳-۲) مثال: ديخ په مخ د حاکي د پنډوسکي (Hockey puck) کتله 0.3 kg ده، نوموړى پنډوسکي د اصطکاک پرته ديخ په مخ د (۳-۳) شکل سره سم د F_1=5N او F_2=8N قووتر اغيزي لاندي ښويږي (حرکت کوي) د پنډوسکي تعجيل او د هغه جهت پيدا کړي

حل:



(۳- ۳) شکل

په افقي محور محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_x = f_{x1} + f_{x2} = f_1 cos20^0 + cos60^0 = (5N)(0.940) + (8N)(o.500) = 8.70\ N$$

د عمودي محورپه امتداد محصله قوه مساوي ده په:

$$\sum f_y = \mathrm{F_{y1} + F_{y2} = F_1 \sin 20^0 + F_2 \sin 60^0 = -(5N)(0.342) + 18N_1(0.866) = 5.22N}$$

اوس د نيوتن د دريم قانون نه په ګټه اخيستنه د تعجيل افقي او عمودي مرکبې يعني a_xاو a_yپيدا کوو:

$$a_\mathrm{x} = \frac{\sum \mathrm{F_x}}{\mathrm{m}} = \frac{\mathrm{8.70N}}{\mathrm{0.3Kg}} = \mathrm{29.0m/sec^2}$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5.22N}{0.3\ Kg} = 17.4m/sec^2$$

اوس د پنډوسکي تعجيل پيدا کوو:

$$a = 33.8\,{}^{m}/_{sec^2} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(29.0)^2 + (17.4)^2} = 33.8\,{}^{m}/_{sec^2}$$

او د تعجيل جهت په لاندي ډول معلوموو:

$$\theta = tg^{-1}(\frac{a_y}{a_x}) = tg^{-1}\left(\frac{17.4}{29.0}\right) = 31.0^0$$

له دې کبله ویلي شو چې د پنډوسکي د تعجیل جهت داسي دي چې د x محور له مثبت جهت سره 31^0 زاویه تشکیلوي.

۳– ۵: کتله او وزن Mass and Weight

کتله د یوه جسم داسې مشخصه (ځانګړتیا) ده چې پر نوموړې جسم دواردی قوې او له هغې نه د لاس ته راغلي تعجیل ترمنځ اړیکه بیانوئ. کتله ډېر دقیق تعریف نه لري، یوازې هغه وخت له کتلې نه فزیکي احساس درلودی شي چې جسم ته تعجیل ورکړي. تجربې څرګندوي چې کتله د یوه جسم ذاتي مشخصه ده، یعنې داسې مشخصه ده چې که غواړي یا ونه غواړي د جسم د موجودیت سره ظاهریږي کتله یو سکالري کمیت دي.

په لنډ ډول ویلي شو چې کتله د یوه جسم د مادې یا ذرو تعداد دي چې نوموړې جسم ورڅخه جوړ شوې دي. د نیوتن په میخانیک کې کتله یو ثابت کمیت دي، خو په (Relativity Theory) کې کتله د سرعت تابع ده. د جسم وزن هغه قوه ده چې په کتله عمل کوي او هغه د ځمکې خواته جذبوي یا د جسم وزن هغه قوه ده چې جسم يې په ساکنه افقي تکیه ګاه یا د اتکأ په نقطه او یا د خپل ځان په نسبت ساکنې ځړیدو په نقطه يې واردوي. د جسم وزن د اتکأ په نقطه عمل کوئ نه پخپله جسم او ښایي د اتکأ د نقطې د حرکت په نسبت زیات بدلون وکړي. د جسم وزن ثابت کمیت نه دي، بلکې له جغرافیایي عرض البلد سره بدلون کوي. د جسم وزن $\vec{W}$ یوه قوه ده چې جسم په مستقیمه توګه خپل ورڅنګ ته (ګاونډي) نجومي جسم خواته ورکشوی په ورځنیو شرایطو کې دا نجومي جسم ځمکه ده. په عمده توګه دا قوه د دوو جسمونو تر منځ د جاذبې له قوې نه سر چینه اخلي. د هغه جسم وزن چې کتله يې m او په داسې ځای کې قرار ولري چې د ځمکې د جاذبې د قوې تعجیل هلته g وی عبارت دی له:

$$\vec{W} = m\vec{g} \quad \text{(۳– ۸)}$$

څرنګه چې وزن یوه قوه ده د SI په سیستم کې د هغه د اندازه کولو واحد نیوتن دی. وزن، کتله نه ده او د هغه اندازه په هره لحظه کې په هغه ځای کې د g په قیمت پورې اړه لري. یو جسم د ځمکې په مخ $71N$ وزن لري، خو د سپوږمی په مخ چې د g قیمت هلته د ځمکې په نسبت توپیر لري، یوازې $12N$ وزن لري. د جسم کتله چې $7{,}2kg$ ده په

دوارړو ځايونو کې يو شان ده، ځکه چې کتله د جسم يو ذاتي خاصيت دي. که غواړي چې وزن موکم شي بايد غره ته پورته شي. په دی تمرين کې کتله بدلون نه کوي، خو د ارتفاع زياتوالې يعنې د ځمکې له مرکز نه ليرې کيدو په صورت کې د g اندازه کمه شوې ده، نو ځکه وزن کميږي. د يوه جسم وزن د يوې فنري تلې (ترازو) په واسطه ، خو کتله د دوه پله ايزې تلې په مرسته اندازه کيږي.

(۳– ۱) مثال: که چيرې د يوه ځتک کتله $2{,}5kg$ وي د هغه وزن د ځمکې په مخ او د مريخ د سيارې په مخ پيدا کړې؟

حل: پوهيږو چې د ځمکې په مخ $g = 9{,}81\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$ دي، نو ځکه لرو چې:

$$W = mg = (2{,}5kg)\left(9{,}8\,{}^{m}\!/_{\sec^2}\right)$$

$$= 24{,}5kg.{}^{m}\!/_{\sec}{}^{2} = 24{,}5N$$

ب) د مريخ په سطحه $(g = 3{,}3\,{}^{m}\!/_{\sec^2})$ دي، نو د مريخ په مخ د ځتک وزن مساوي دی په:

$$W = mg = (2{,}5kg)\left(3{,}3\,{}^{m}\!/_{\sec^2}\right) = 8{,}3N$$

(۳– ۲) مثال: يو فضا نورد چې کتله يې $62kg$ ده. د يوې سيارې په مخ راښکته شو هغه يو شی د $3{,}5m$ له ارتفاع نه راخوشي کوي اوويني چې د $1{,}6\sec$ په وخت کې هغه شی د سيارې سطحې ته رارسيږي

(الف) د سيارې په مخ د ثقل تعجيل

او (ب) د فضا نورد وزن پيدا کړې؟

حل:

الف) د حرکت له معادلو نه لرو چې:

$$S = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2.3{,}5m}{(1{,}6\sec)^2} = 2{,}73\,{}^{m}\!/_{\sec^2}$$

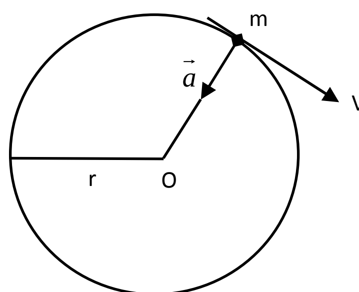
ب) د فضانورد وزن عبارت دی له:

$$W = mg = (62kg)\left(2.73\,{}^{m}/_{sec^2}\right) = 169.26N$$

۳– ٦: قوه په دايروي حرکت کې

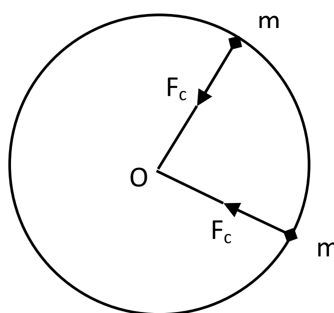
کله چې يو جسم د دايرې په مخ يا ددايرې په يوه قوس باندې په ثابت سرعت سره حرکت کوي، دی حرکت ته منظم يا يو نواخت دايروي حرکت وايي. په دايروي حرکت کې جسم مرکز ته مايل (*Centri Petal*) د ثابت تعجيل يا دوراني تعجيل درلودونکې دی دا تعجيل عبارت دی له:

$$a_r = \frac{v^2}{r} \qquad \text{(۳– ۹)}$$



(۳- ۴) شکل

دا مرکز ته مايل يا دوراني تعجيل د يوې مرکز ته جذبونکې قوې (*Centri Petal Force*) په واسطه چې په جسم عمل کوي رامنځ ته کيږي.



(۳- ۵) شکل

د دی قوې کچه ثابته ده او د نيوتن د دويم قانون څخه لرو چې:

$$\vec{F}_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} \quad \text{.........................} \quad (۳- ۱۰)$$

په (۳- ۱۰) رابطه کې F_r د دوراني حرکت قوه او a_r دوراني تعجيل دي د r انديکس د (rotation) له کلمې نه اخيستل شوې دي. که چيرې دا قوه نه وي، نو جسم د دايرې په مخ يونواخت حرکت نه شوی ترسره کولې. مرکز ته مايل تعجيل يا دوراني تعجيل (a_r) او هم مرکز ته جذبونکې قوه (F_r) دواړه وکتوري کميتونه دي چې د کچې له پلوه ثابت خو د جهت له نګاه هره لحظه بدلون کوي داسې چې هميشه مخ په مرکز موًجه دي.

(۳- ۳) مثال: يو موټر چې کتله يې $1600kg$ ده د يوې دايروي ډوله جادې په مخ چې شعاع يې $190m$ دي د $20\,{}^{m}\!/_{\sec}$ په ثابت سرعت سره حرکت کوي. په دی حالت کې مرکز ته جذبونکې قوه پيدا کړې؟

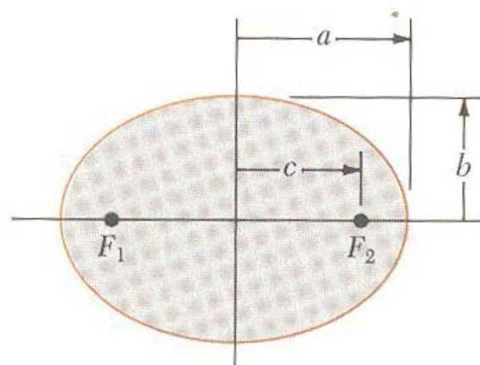
حل: د دوراني حرکت قوه عبارت ده له:

$$F_r = ma_r = \frac{mv^2}{r} = \frac{1600kg\cdot\left(20\,{}^{m}\!/_{sec^2}\right)^2}{190m} = 3368.42N$$

۳- ۷: د کپلر قوانين Kepler’s Laws

ټولې سيارې په کهکشان کې سرګردانه او د حرکت په حالت کې دی. د دوې حرکت ډير مغلق او پيچلی دي. کپلر د خپل عمر زياته برخه د سيارو د حرکت څرنګوالې ته وقف او د زياتو تجربو په پايله کې يې يو شمير قوانين وضع کړل چې په هغو کې د سيارو د حرکت بررسي شوې ده دا قوانين د کپلر د قوانينو په نوم يادېږي او په لاندې ډول دي.

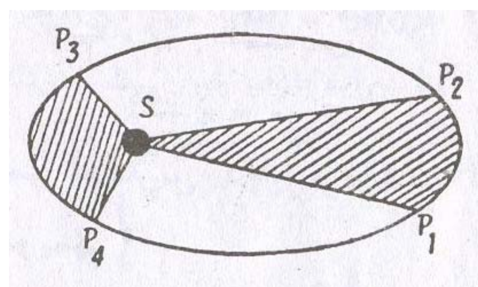
لومړی قانون يا د مدارونو قانون: دا قانون بيانوي چې ټولې سيارې د لمر په شا او خوا په بيضوي مدارونو راڅرخيږي داسې چې لمر د بيضوي په يوه محراق کې قرار لري. (۳- ٦) شکل يوه سياره ښيي چې کتله يې m دي د لمر په شا او خوا چې کتله يې M ده څرخيږي.



(۳- ۶) شکل

دویم قانون یا د مساحتونو قانون:

دا قانون بیانوي چې شعاع وکتور یا هغه هغه خط چې د سیارې او لمر مرکز سره نښلوي په مساوي وختونو کې مساوي سطحې جاروکوي. ددې قانون نه څرګندیږي چې کله سیاره له لمر نه په لیرې نقطه کې واقع وي ډیره ورویا بطي حرکت کوي او کله چې لمر ته په ډیره نږدې نقطه کې واقع وي ډیر تیز حرکت کوي لکه څرنګه چې په (۳– ۷) شکل کې معلومیږي.



(۳- ۷) شکل

دریم قانون یا د حرکت د دورانونو قانون:

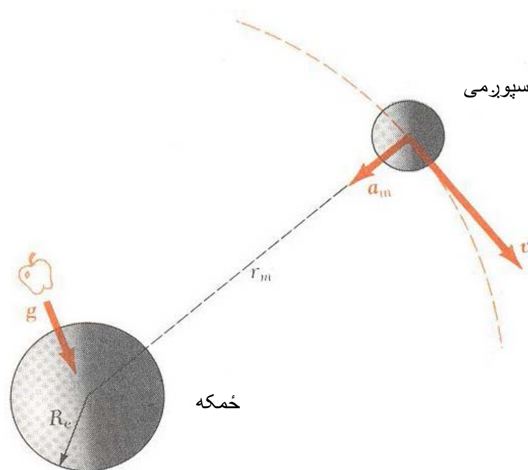
دا قانون بیانوي چې د هرې سیارې د حرکت د دوران مربع د مدار د اوږده محور د نیمایي له مکعب سره متناسب دی، یعنی:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (۳- ۱۱)$$

د کپلر دریم قانون بیانوي چې د $\frac{T^2}{a^3}$ نسبت د هرې سیارې لپاره چې د لمر په شا او خوا څرخیږي یو شان یا مساوي کچه لري.

۳– ۸: د نیوتن د جاذبې قانون

په طبعیت کې ټول اجسام بلمقابل یو بل جذبوي، نیوتن کله چې د اسماني اجسامو حرکت او په ځمکنیو شرایطو کې د شیانو سقوط یا پر ځمکه رالویدل مطالعه کول خپل د جاذبې عمومي قانون یې فورمول بندي کړ. نیوتن دی پایلې ته ورسید چې نه یواځې ځمکه منه او یا سپوږمۍ ځان ته راجذبوي، بلکې په نړۍ کې هر جسم بل جسم ځان خواته راکاږي د اجسامو دا تمایل چې د بل جسم خواته حرکت وکړي د جاذبې په نوم یادیږي.



د نیوتن د جاذبې قانون بیانوي چې:

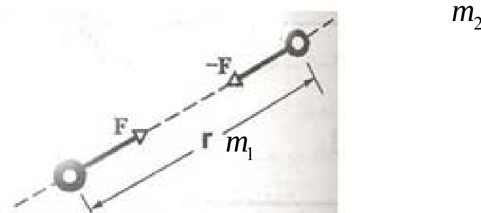
د دوو جسمونو ترمنځ د جاذبې قوه په مستقیمه توګه د نومړو جسمونو د کتلو له حاصل ضرب او په معکوسه توګه د دوی د مرکزونو ترمنځ د فاصلې له مربع سره متناسبه ده، یعنی:

$$F = G_1 \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad \text{(۳– ۱۲)}$$

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د دووجسمونو کتلې، r د دوی د مرکزونو ترمنځ فاصله او G د جاذبې ثابت دی چې اندازه يې مساوي ده په:

$$G = 6,67.10^{-11} N.m^2/kg^2$$
$$= 6,67.10^{-11} m^3/kg.\sec^2 \quad \text{(۳– ۱۳)}$$

لکه څرنګه چې (۳– ۹) شکل ښيي د m_2 ذره د m_1 ذره د F په قوه چې جهت يې د m_2 په خوا دی جذبوي او د m_1 ذره د m_2 ذره د $-F$ په قوه چې جهت يې د m_1 په خوا دي جذبوي.



(۳– ۹) شکل د m_1 او m_2 دوه ذرې چې يو بل نه د r په واټن واقع دی يو بل د جاذبې د قانون سره سم جذبوي

د F او $-F$ دوه قوې د عمل او عکس العمل يوه جوړه تشکيلوي چې د مقدار له نګاه سره مساوي، خو جهت يې يو د بل مخالف دي. دا قوې د دوو جسمونو ترمنځ فاصلې پورې اړه لري، خو د هغو د مکان يا ځای تابع نه دئ. دا ذرې کيدی شي په يوه غليظ يا متراکم محيط او يا په آزاده فضا کې واقع وي. د F او $-F$ قوې د نورو ذرو يا اجسامو په موجوديت کې بدلون نه کوي حتي که نوري ذرې د نوموړو ذرو په منځ کې هم واقع شي. د جاذبې خپل مينځنی تعامل د جاذبوي ساحې له لارې تر سره کيږي. هر جسم د خپل شا او خوا فضا خاصيت بدلوي، يعنی په هغې کې جاذبوي خاصيت پيدا کوي. دا

ساحه په هغه وخت کې خپل ځان ښکاره کوي یا تبارز کوي کله چې بل جسم په هغې کې واقع شي، نو هغه د قوې له اغیزی لاندې راځي.

د نیوتن د جاذبې د قانون په مرسته کولې شو د ځمکې، سپوږمۍ، لمر او نور سیارو کتله وټاکو همدارنګه ددی قانون په واسطه د ځمکې په شا او خوا د سپوږمکیو د حرکت تعجیل محاسبه کړو.

د نیوتن د جاذبې قانون په مرسته د مصنوعي سپوږمکیو حرکت او کیهاني سرعتونه په لاس راوړی شو. ددی لپاره چې یو جسم د ځمکې په شا او خوا د یوه دایروي مدار په مخ چې شعاع یې د ځمکې د کرې له شعاع R_E نه لږ توپیر لري حرکت وکړي، نو باید نوموړې جسم یو ټاکلی سرعت v_1 ولري دا سرعت عبارت دی له:

$$\frac{mu_1^2}{R_E} = mg$$

$$v_1 = \sqrt{gR_E} \quad \text{.....................................} \quad (۱۴-۳)$$

د (۳- ۱۴) له رابطې نه څرګندیږي ددی لپاره چې یو جسم د ځمکې سپوږمکی شي لازمه ده نوموړې جسم ته د v_1 سرعت ورکړل شي چې د لومړنی کیهاني سرعت په نوم یادیږي.

دا سرعت مساوي دی په:

$$v_1 = \sqrt{gR_E} = \sqrt{9.8 \cdot 6.4 \cdot 10^6} \cong 8\, {}^{km}/_{sec}$$

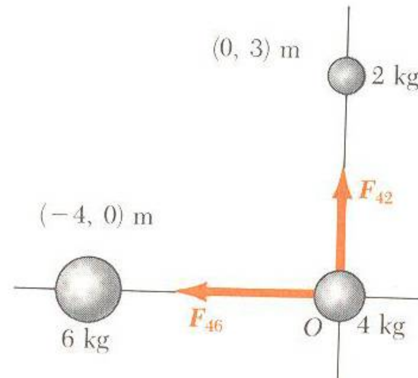
د پورتنی سرعت په درلودلو سره جسم پر ځمکه نه راولیږي. خو ددی لپاره چې جسم د ځمکې د جاذبې له ساحې نه خارج یعنی له ځمکې نه دومره لیری شي چې د ځمکې جاذبه په هغه اغیزه ونه کړي دی موخې ته د رسیدو لپاره د v_2سرعت ته ضرورت دی چې د دویم کیهاني سرعت په نوم یادیږي. دویم کیهاني سرعت $\sqrt{2}$ ځله له لومړی کیهاني سرعت نه زیات دی، یعنې:

$$v_2 = \sqrt{2gR_E} = 11\, {}^{km}/_{\text{sec}} \quad \text{....................} \quad (۱۵-۳)$$

(۳- ۴) مثال: د یوه قایمه زاویه مثلث په راسونو کې (۳- ۱۰) شکل سره سم د $2kg$ ، $4kg$ او $6kg$ درې کتلې قرار لري. که چیرې د کتلو مختصات لکه څرنګه چې په شکل

کې ښودل شوې دی په متر وي. په $4kg$ کتله باندې د جاذبې محصله يا پايله ايزه قوه محاسبه کړي.

حل:



(۳- ۱۰) شکل

لومړی د $4kg$ او $2kg$ او $4kg$ او $6kg$ کتلو ترمنځ د جاذبې قوه پيدا کوو او روسته په $4kg$ کتله باندې پايليزه يا محصله قوه د وکتوري جمع په ډول پيدا کوو.

$$F_{42} = G\frac{m_4 m_2}{r_{42}^2}\vec{J} = \left(6,67\cdot10^{-11}\, Nm^2/kg^2\right)\frac{(4kg)(2kg)}{(3m)^2}\vec{J} = 5,93\cdot10^{-11}\vec{J}N$$

$$= 5,93\cdot10^{-11}\vec{J}N$$

$$F_{46} = G\frac{m^4 m^6}{r_{46}^2}\left(-\vec{i}\right) = \left(-6,67\cdot10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\right)\frac{(4kg)(6kg)}{(4m)^2}\vec{2}$$

$$= -10.0\cdot10^{-11}\vec{i}N$$

له دی ځايه په $4kg$ کتله باندې پايله ايزه قوه د F_{42} او F_{46} د قوو وکتوري مجموعه ده.

$$F_4 = F_{42} + F_{46} = (-10.0\vec{i} + 93\vec{J})\cdot10^{-11}N$$

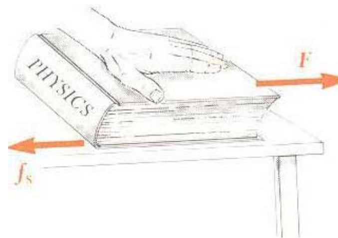
د پايله ايزې قوې کچه مساوي ده په:

$$F_R = \sqrt{(-10,0)^2 + (5,93)^2} = 11,6.10^{-11}N$$

۳- ۹: اصطکاک او د اصطکاک قوه Friction and Friction Force

د اصطکاک قوې د ورځنی ژوند یوه برخه ده د اصطکاک قوې هر حرکت کونکې جسم دروی او هره څرخیدونکې میله له حرکت نه غورځوئي. په موټر او اورګاډي (ترین) کې نږدې 20% د سون مواد په انجن کې د اصطکاک سره په مقابله کې مصرفیږي. له بلې خوا که چیرې اصطکاک موجود نه وي موټر مو نشوی چلولې، په لاره نه شوې تلی او بایسکل مو نشوی څغلولې، قلم مو نشوی نیولې او که مو نیولې وي نو لیک مو نشوی په کولې. میخونو او پیچونو به ګټه نه درلوده او بدل شوې ټوکر به یو له بل نه جدا کیدل او د غوټې ترل به نا شونی وي.

که چیرې یو کتاب د میز په مخ وښویو د کتاب په لاندینۍ برخه باندې د میز د سطحې له خوا د اصطکاک یوه قوه عمل کوي چې د هغه حرکت بطي او وروسته یې دروي (۳- ۱۱) شکل.



(۳- ۱۱) شکل

د اصطکاک قوې په طبعیت کې ډیر مهم رول لري په ورځنی ژوند کې اصطکاک زیاتره ګټور واقع کیږي. د بیلګې په توګه د ژمي په ورځو کې کله چې ټولې لارې او کوڅې کنګل (یخ بندان وي) د اصطکاک د نه موجودیت په صورت کې په لارو او جادو کې به د انسانانو او لیږدونکو وسایلوتګ او راتګ ډیر ګران او حتی ناشونې وي. او همدا رنګه که اصطکاک نه وي نو میز څوکۍ او نور شیان مو باید د کوټې په مخ ترلي.

هغه قوه چې د یو بل په مخ دوو جسمونو د ښویدو یا حرکت خنډ ګرځي د اصطکاک د قوې په نوم یادیږي. د اصطکاک قوه همیشه د جسم د حرکت په خلاف لورې عمل کوي. په بل عبارت د اصطکاک قوه د یو بل سره په تماس کې دوو جسمونو د تغییر مکان او یا

يو د بل په نسبت د هغو د اجزاوو د تغيير مكان په وخت كې تبارز كوي. هغه اصطكاک چې د دوو جسمونو د نسبي تغيير مكان له امله رامنځ ته كيږي د خارجي اصطكاک او هغه اصطكاک چې د يوه جسم د اجزاوو په منځ كې پيدا كيږي (لكه مايع او ګاز) د داخلي اصطكاک په نوم يادېږي.

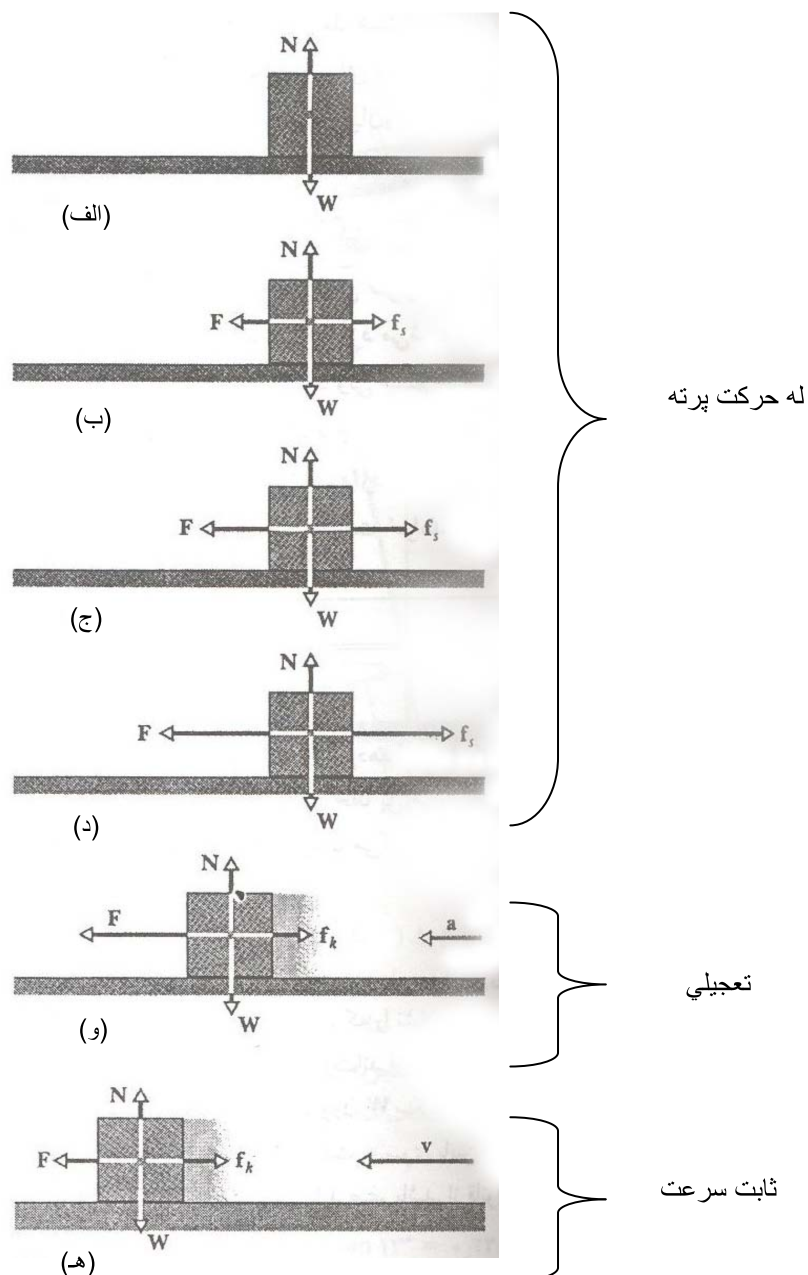
د اصطكاک د ښې پيژندنې لپاره د (۳− ۱۲ الف) شكل سره سم د ميز په مخ يوه جعبه د سكون په حالت كې ده. د هغې وزن W د Nعمودي قوې سره مساوي خو د هغې په مخالف لورې دي.

په (۳− ۱۲ ب) شكل كې د F قوه په جعبه واردوو او زيار باسو تر څو هغه كينې خواته كش كړو. په غبرګون كې د F_S د اصطكاک قوه را ظاهرېږي چې جهت يې ښې خواته او په دقيقه توګه له هغې قوې سره مساوي ده چې په جعبه عمل كوي. د F_Sقوې ته د ستاتيكي اصطكاک قوه وايي.

د (۳− ۱۲ ب نه تر ۳− ۱۲ ج) شكلونه ښيي چې كه وغواړي چې عامله قوه زياته كړو د ستاتيكي اصطكاک قوه هم زياتيږي او جعبه ساكنه پاته كيږي.

كله چې عامله قوه يوې ټاكلې كچې ته ورسيږي، جعبه د ميز له سطحې نه خپل تماس شلوي او كينې خواته تعجيل اخلي (۳− ۱۲ و) شكل، د اصطكاک هغه قوه چې وروسته له دې د حركت سره مخالفت كوي د ديناميكي يا حركي اصطكاک قوې په نوم يادېږي.

د حركي اصطكاک قوه د ستاتيكي اصطكاک له قوې نه كوچنۍ ده. كه چيرې وغواړو چې جعبې ته په ثابت سرعت سره حركت وركړو د (۳− ۱۲ هـ) شكل په شان كله چې جعبه په حركت پيل وكړي عامله قوه ورو ورو كموو.



(۳- ۱۲) شکل

۳- ۱۰: د اصطکاک ځانګړتیاوي

تجربه ښيي که چیرې یو جسم د یوې سطحې په مخ پر ته له دی چې د دوی په منځ کې د غوړو کوم قشر وجود ولري کله چې د F عامله قوه وغواړي چې جسم په حرکت راولي د اصطکاک قوه رامنځ ته کیږي چې لاندې ځانګړتیاوې لري.

لومړی: که چیرې جسم حرکت ونه کړي په دی صورت کې د ستاتیکي اصطکاک قوه F_s او د عاملې قوې F د سطحې سره موازي مرکبه یو له بل سره مساوي او یو د بل په مخالف لورې عمل کوي.

دویم: $F_{s,\max}$ چې د F_s اعظمي اندازه ده مساوي ده په:

$$f_{s\max} = \mu_s N \quad (۳- ۱٦)$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_s د ستاتیکي اصطکاک ضریب او N عمودي قوه ده. که چیرې د سطحې سره موازي د F مرکبه له $f_{s,\max}$ نه زیاته شي په دی صورت کې د حرکي اصطکاک قوه تبارز کوي او هغه مساوي ده په:

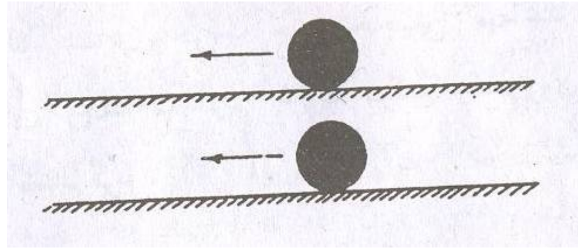
$$f_k = \mu_k N \quad (۳- ۱۷)$$

په پورتنۍ رابطه کې μ_k د حرکي اصطکاک ضریب دی. د (۳- ۱٦) او (۳- ۱۷) معادلې وکتوري معادلې نه دی، د f_s او f_k جهتونه همیشه د سطحې سره موازي او د حرکت په خلاف لوری دي او N په سطح باندې عمود ده.

د اصطکاک د قوو اصلي لامل د تماس لرونکو جسمونو د سطحو نا هموارې دی که څه هم دا نا هموارې په سترګو نه لیدل کیږي خو د اوپتیکي وسایلو په مرسته په وضاحت سره لیدل کیږي. د اصطکاک د قوو بل لامل د تماس لرونکو جسمونو د مالیکولونو او اتومونو ترمنځ متقابلې اغیزې دي.

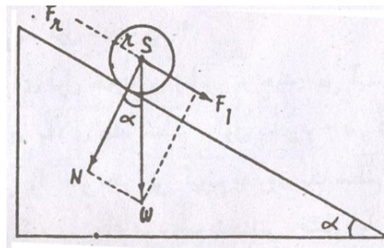
۳- ۱۱: د رغړیدو (لول خوردن) اصطکاک Rolling

د رغړیدو په وخت کې اصطکاک هغه وخت رامنځ ته کیږي چې یو کروي یا استوانوي جسم د یوې سطحې په مخ ورغړي.د (۳- ۱۳) شکل سره سم یو کروي جسم په پام کې نیسو چې د افقي سطحې په مخ رغړي.



(۳- ۱۳) شکل

دلته کروي جسم په افقي سطحې فشار واردوي چې د سطحې په مخ ژوري رامنځ ته کوي. د حرکت په وخت کې جسم خپله حرکي انرژي ضايع کوي او له حرکت نه پاته کيږي، ځکه چې د کروي جسم د تماس د نقطې او افقي سطحې ترمنځ د اصطکاک قوه د جسم د حرکت په مقابل کې عمل کوي. د اصطکاک دا قوه د رغړيدو د اصطکاک قوې په نوم يادېږي. د رغړيدو اصطکاک قوه د ستاتيکي او حرکي اصطکاک په پرتله ډيره کوچنۍ ده. (۳– ۱۴) شکل يوه استونه ښيي چې د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره د $\propto$ زاويه جوړه وي رغړې د نومورې استواني وزن د هغې د ثقل په مرکز s کې عمل کوي. که چيرې د رغړيدو اصطکاک نه وي، نو استوانه د مايلې سطحې په ډير کم ميلان سره ښکته خواته په رغړيدو پيل کوي.



(۳- ۱۴) شکل

خو د استواني او مايلې سطحې ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک له امله يوه نښليدنه (چسپش) وجود لري، له دې کبله بايد مايله سطحه د يوه ټاکلي ميلان درلودونکې وي، ترڅو استوانه

ښکته خواته يوه منظم او مستقيم الخط حرکت ته دوام ورکړي. څرنګه چې د اصطکاک قوه د W وزن د عمودي مرکبې سره متناسبه ده يعنی $N = W\cos\propto$ په دې حالت کې د استوانې د وزن دورانی مومنت د تماس د نقطې په شا او خوا عبارت دی له $W.rsin\alpha$ او د اصطکاک د قوې دوراني مومنت د رغړيدو په وخت کې بايد يو د بل سره د تعادل په حالت کې وي. ځکه د داسې شرط لاندې د استوانې حرکت د مايلې سطحې په مخ مستقيم الخط او منظم دی نو ځکه لرو چې:

$$W.rsin\alpha = \mu_r \cdot wcos\alpha$$

$$\mu_r = r \cdot tg\alpha \quad \text{(۳- ۱۸)}$$

په پورتنۍ رابطه کې د μ_r د μ_s او μ_k په خلاف خالص عدد نه بلکې د طول د واحد درلودونکې دی. د کچې له پلوه د رغړيدو اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F_r = W\sin\propto$$

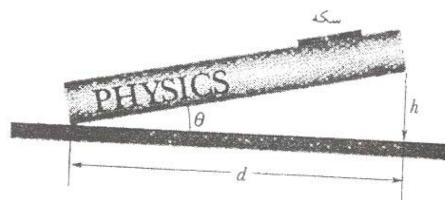
له بلې خوا له شکل نه لرو چې:

$$N = W\cos\propto$$

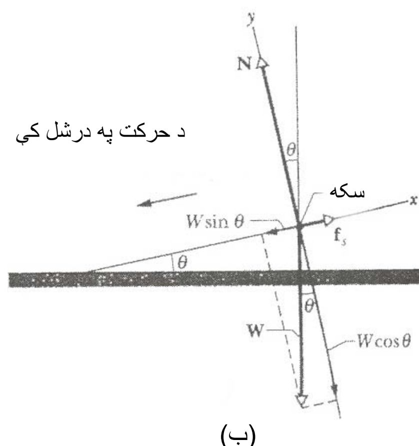
$$F_r = \frac{\mu_r}{r} \cdot N \quad \text{(۳- ۱۹)}$$

له (۳- ۱۹) رابطې نه معلوميږي چې د عين عمودي قوې N لپاره د رغړيدو د اصطکاک قوه د استواني د شعاع سره په معکوسه توګه متناسبه ده.

(۳- ۵) مثال: د (۳- ۱۵) شکل سره سم د کتاب په مخ چې له افقي سطحې سره د $\propto$ زاويه جوړوي يوه سکه د سکون په حالت کې ده. که چيرې زاويه تر 13° پورې زياتوالې پيدا کړي سکه په ښويدو پيل کوي د سکې او کتاب ترمنځ د ستاتيکي اصطکاک ضريب μ_s پيدا کړئ؟



(الف)



(ب)

(۳– ۱۵) شکل (الف) د کتاب په مخ د ښويدو په حال کې سکه

(ب) د قوو ګرافيکي انځور

حل: (۳– ۱۵ ب) شکل په سکې باندې عاملې قوې ښيې. په سکې باندې عاملې قوې عبارت دي له: عمودي قوه N چې له سطحې نه پورته خواته عمل کوي د سکې وزن w چې ښکته خوا ته عمل کوي او د ستاتيکي اصطکاک قوه f_s دا چې سکه د تعادل په حالت کې ده د ټولو قوو مجموعه مساوي صفر ده.

$$\sum F = f_s + W + N = 0 \text{ ....(۳– ۲۰)}$$

ددې وکتوري معادلې افقي مرکبه عبارت ده له

$$\sum F_x = f_s - W\sin\propto = 0$$

$$f_s = W\sin\propto \text{ ....(۳– ۲۱)}$$

د عمودي مرکبې لپاره لرو چې:

$$\sum F_y = N - W\cos\propto = 0$$

$$N = W\cos\propto \text{ ....(۳– ۲۲)}$$

د (۳– ۱۹) او (۳– ۲۰) له تقسيم نه لرو چې:

$$\frac{f_s}{N} = \frac{W\sin\propto}{W\cos\propto} = tg\propto$$

$$\mu_s = \text{tg}\alpha = \text{tg}13^\circ = 0.23 \text{ ....(۳– ۲۳)}$$

(۳– ٦) مثال: یو موټر چې کتله یې $1500kg$ ده د $20\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت سره په افقي جاده باندې حرکت کوي. د ماشین له ګل کولو نه وروسته موټر تر تم ځای پورې $50m$ لاره طی کوي. د سرک او موټر د عرادو تر منځ اصطکاک او د اصطکاک ضریب پیدا کړې؟

حل: په موټر باندې د N ، W او f_s قوې عمل کوي.

$$W+N+f_s=ma \;\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(۳– ۲۳)$$

$$N-W=0$$

$$f=ma$$

$$a=\frac{v_0^2}{2s} \qquad f=\frac{mv_0^2}{2s}$$

$$f_s=\frac{1500kg\cdot(20\,{}^{m}/_{\sec})^2}{2\cdot 50m}=6000N$$

$$\mu_s=\frac{mv_0^2}{2mgs}=\frac{v_0^2}{2gs}$$

$$\mu_s=\frac{400\,{}^{m^2}/_{\sec^2}}{2\cdot 9{,}8\,{}^{m}/_{\sec^2}\cdot 50m}=0{,}41$$

۳– ۱۲: د فصل لنډيز

- قوه يو وکتوري کميت دی او د دوو جسمونو ترمنځ د ميخانيکي متقابلې اغيزې د اندازه کولو کمي مقياس او معيار دی. کله چې څو قوې په يوه جسم باندې اغيزه کوي د هغو ټوليزه اغيزه د هغې منفردې قوې معادل ده چې پر جسم باندې د اغيز منو قوو د وکتوري حاصل جمع او يا محصلې سره مساوي ده.
- د نيوټن د لومړۍ قانون پر بنسټ کله چې په يوه جسم باندې هيڅ قوه عمل ونه کړئ او يا پر هغه باندې د اغيز منو قوو محصله صفر وي جسم د تعادل يا سکون په حالت کې دي. که چيرې جسم په لومړۍ سر کې ساکن وي د خپل سکون په حالت کې پاته کيږئ او که چيرې په حرکت کې وي په ثابت سرعت سره خپل حرکت ته ادامه ورکوي.
- د يوه جسم عطالتي خواص د هغه د کتلې په مرسته ځانګړې کيږئ. د هغه جسم تعجيل چې څو قوې په هغه باندې عمل کوئ د وارده قوو له وکتوري حاصل جمع سره په مستقيمه توګه او د هغه له کتلې سره په معکوسه توګه متناسب دي. دا رابطه د نيوټن دويم قانون بيانوي، يعنی.

$$\sum F = ma \quad \text{(۳– ۲۵)}$$

- د قوې واحد د SI په سيستم کې N او هغه مساوي دی په $1kg \, m/\sec^2$.
- د يوه جسم وزن د ځمکې د جاذبې قوه ده چې په نوموړې جسم باندې عمل کوئ. وزن يو ډول قوه ده، نو له دی کبله يو وکتوري کميت دي. د يوه جسم د وزن اندازه په يوه ټاکلې نقطه کې د هغه جسم د کتلې او په نوموړې نقطه کې د ځمکې د جاذبې د تعجيل (g) له حاصل ضرب سره مساوي دی:

$$W = mg \quad \text{(۳– ۲۶)}$$

د يوه جسم وزن د هغه د استقرار په موقعيت پورې اړه لري، خو کتله له هغه پورې اړه نه لرئ.

- د نيوټن دريم قانون بيانوي چې عکس العمل مساوي له عمل سره دی. کله چې دوه جسمونه يو پر بل عمل کوئ هر يو پر بل باندې قوه وارده وي چې په هره لحظه کې د دغو قوو اندازې يو له بل سره مساوي او جهتونه يو د بل مخالف دي.

- په نړۍ کې هره ذره بله ذره يا يو جسم بل جسم ځان ته راجذبوي ددی قوې اندازه چې د نيوټن د جاذبې د قوې په نوم ياديږي له لاندې رابطې څخه په لاس راځي.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (۳- ۲۶)$$

په پورتنۍ رابطه کې m_1 او m_2 د ذرو کتلې او r د هغو ترمنځ فاصله ده. G د جاذبې ثابت يو نړيوال ثابت او اندازه يې $6,67\cdot10^{-11}\frac{N.m^2}{kg^2}$ ده.

- جاذبه لمريز نظام نسبت يو بل ته ساتي او د ځمکې د طبيعي او مصنوعي سپوږمکيو دوران د ځمکې په شا او خوا شونی کوئ. دا ډول حرکتونه د کپلر د درې ګونيو سياره يي حرکتونو څخه پيروي کوي او دا ټول د نيوټن د حرکت او جاذبې د قوانينو پيلامه ده.

1. **د مدارونو قانون:** ټولې سيارې په بيضوي ډوله مدارونو باندې حرکت کوي چې لمر د هغه په يوه محراق کې قرار لري.
2. **د مساحتونو قانون:** د سيارې او لمر ترمنځ نښلونکې خط په مساوي وختونو کې مساوي مساحتونه جارو کوي.
3. **د دورانونو قانون:** د لمر په شا او خوا د هرې سيارې د پريود (T) مربع د هغه مدار د لوی قطر د نيمايي له مکعب سره متناسب دي.

- کله چې د F قوه يو جسم د يوې سطحې په مخ ښويوي د سطحې له خوا په جسم باندې د اصطکاک قوه f وارديږي. د اصطکاک قوه له سطحې سره موازي او جهت يې د جسم د ښويدو په خلاف لوری دي. دا قوه د جسم او سطحې ترمنځ د تماس له امله ده. که چيرې جسم ونه ښويږي د اصطکاک قوه د ستاتيکي اصطکاک په نوم ياده او په f_s سره ښودل کيږي. که چيرې جسم وښويږي د اصطکاک قوه د حرکي اصطکاک قوې په نوم ياده او په f_k سره ښودل کيږي.

د دریم فصل تمرین

1. د یوه فیل مرغ وزن $45N$ دی د فیل مرغ کتله پیدا کړئ؟ ځواب: ($4,59kg$)
2. د یوه فضا نورد کتله له ټولو تجهیزاتو سره $95kg$ ده. ددی فضا نورد وزن د سپوږمۍ په مخ چې د ثقل تعجیل یې $1,6\ m/\sec^2$ دي پیدا کړي؟ ځواب (152N)
3. د یوه سړي وزن $12Lb$ دي د نوموړې سړی وزن په N پیدا کړئ؟
ځواب:($53,33N$)
4. یو جسم $200g$ کتله لري د نوموړې جسم وزن په dyn او N پیدا کړي؟
ځوابونه: ($1,96N$,$196000dyn$)
5. د سمندر په سطح چیرې چې $g=9,8\ m/\sec^2$ دی د یوه جسم وزن $25N$ دي د نوموړې جسم وزن به د X سیارې په مخ چې هلته $g=3,5\ m/\sec^2$ دی څومره وي؟
ځواب: ($8,92N$)
6. یوه ګلوله چې کتله یې $1000g$ ده، د $50\ cm/\sec^2$ په تعجیل حرکت کوي هغه قوه پیدا کړي چې ګلولې ته یې دا تعجیل ورکړی دي؟ ځواب: ($5.10^4\ dyn$)
7. د یوه جسم کتله $6kg$ او د $2\ m/\sec^2$ په تعجیل سره د حرکت په حال کې دي په جسم باندې عامله قوه پیدا کړي. ځواب: ($12N$)
8. د $F_1=20N$ او $F_2=15N$ دوه قوې په یو جسم چې کتله یې $5kg$ ده عمل کوي

الف)که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 60° وي د جسم تعجیل پیدا کړي؟

ب) که چیرې د قوو ترمنځ زاویه 90° وي په دی صورت کې به د جسم تعجیل څومره وي. ځوابونه: (الف: $6.082\ m/sec^2$، ب: $5.38\ m/sec^2$)

9. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم د $2\ m/\sec^2$ تعجیل چې جهت یې د X محور له مثبت لوری سره 20° زاویه جوړه وي درلودونکې وي:

الف) په جسم باندې د خالصې واردې قوې افقي او عمودي مرکبه پیدا کړي.

ب) خالصه قوه د واحد وکتوررونو له جنسه ولیکئ؟ ځوابونه (الف: $F_x = 1.879\text{N}$، $\text{F}_y = 0.684\text{N}$، ب: $F = 1.879N\vec{i} + 0.684N\vec{J}$)

10. که چیرې د $1kg$ کتلې یو جسم $F_1 = (3,0N)\vec{i} + 14,0N\vec{J}$ او $F_2 = (2,5N)\vec{i} + (4,6N)\vec{J}$ قوو تر اغیزې لاندې تعجیل واخلي

الف) خالصه قوه د واحد وکتوررونو له جنسه د هغې کچه او جهت

ب) خالصه قوه او

ج) د جسم تعجیل پیدا کړي.ځوابونه: (الف: $F = 5,5N\vec{i} + 18,6N\vec{J}$ ،

ب: $F = 19,39N$ ، ج: $a = 19,39\, m/\sec^2$)

11. د مایلې سطحې په مخ چې میلان یې $\alpha = 15^\circ$ او طول یې $2m$ دی یوه جعبه قرار لري. که چیرې جعبه د سکون له حالت نه ښکته خواته په حرکت پیل وکړي پیدا کړي:

الف) د جعبې تعجیل

ب) د جعبې سرعت کله چې هغه د ځمکې سطحې ته رارسیږي.

ځوابونه: (الف: $(sin\alpha - \mu_s)g$ ، ب at)

12. یوه الماری چې کتله یې له هغو جامو سره چې پکې دی $45kg$ ده د سکون په حالت کې د کوټې په مخ ولاړه ده:

الف) که چیرې د ستاتیکي اصطکاک ضریب د کوټې د غولي او الماری ترمنځ $0,45$ وي هغه تر ټولو کوچنی افقي قوه چې الماری په حرکت راولې پیدا کړي؟

ب) که چیرې جامې چې مجموعي کتله یې $17kg$ ده له الماری نه وباسو په دی صورت کې به څومره قوې ته ضرورت وي. ځوابونه: (الف: $198.45N$، ب: $123.48N$)

13. د باسکیټ بال یو لوبغاړی چې کتله یې $79kg$ ده په میدان کې ښویږي او د $f = 470N$ اصطکاک قوې په واسطه یې حرکت بطي کیږي د ځمکې او لوبغاړي ترمنځ د حرکي اصطکاک ضریب پیدا کړي؟ (ځواب: 0.6)

14. یو کارګر د $35kg$ کتلې لرونکې یو صندوق په $110N$ قوه سره په افقي توګه کش کوي. د صندوق او د غولي ترمنځ د ستاتیکي اصطکاک ضریب $0,37$ دی

الف) د غولی له خوا د اصطکاک څومره قوه په صندوق عمل کوي

ب) په دی شرایطو کې $f_{s,\max}$ پیدا کړي. ځوابونه: (الف $110N$، ب $130N$)

15. یو سړی د $55kg$ کتلې یو صندوق په $240N$ قوه سره په یو اوار (هموار) غولی باندې په افقي توګه کش کوي. د حرکي اصطکاک ضریب $0,35$ دي

الف) د اصطکاک د قوې کچه پیدا کړي

ب) د صندوق تعجیل څومره دي. ځوابونه (الف $188.65N$، ب $0,93 \, m/\sec^2$)

16. یو کوچنی بکس په یوې مایلې سطحې باندې چې د میلان زاویه $\propto = 60^\circ$ ده قرار لري. د حرکي اصطکاک ضریب $0,20$ دی

الف) که چیرې جسم ښکته خواته وښویږي

ب) او که چیرې هغه پورته خواته وخيږي د بکس تعجیل څومره دی؟

ځوابونه ($6.52 \, m/\sec^2$، $-6.52 \, m/sec^2$)

17. د یوه جسم د حرکت معادله $s = 2 - 12t + 2t^2$ ده. که چیرې فاصله په متر او وخت په ثانیه اندازه شي د نومړی جسم تعجیل پیدا کړي؟ ځواب: ($4 \, m/\sec^2$)

18. د $F_1 = 20N$ او F_2 یوه نا معلومه قوه په یوه جسم چې کتله $2kg$ ده په افقي جهت عمل کوي. نوموړی جسم یوازې په افقي جهت حرکت کوي. که چیرې د نوموړې جسم تعجیل a_x الف) $10 \, m/\sec^2$ ب) $20 \, m/\sec^2$ او ج) $5 \, m/sec^2$ وي په درې واړه حالتونو کې پر جسم د F_2 دویمه عامله قوه پیدا کړي؟ځوابونه: (الف 0،ب $20N$ ،ج$-10N$)

19. د بورې یوې کڅوړې وزن 5 پونډه، د یوه سړي وزن 240 پونډه او د یوه موټر وزن $1,8$ ټنه دی نوموړې وزنونه د نیوټن له جنسه پیدا کړي؟

ځوابونه: $(1ton = 2000Lb)$، $22.22N$،$1065.6N$ ، $15984N$

20. د یوه امتحاني توغندی سرعت د $1,8\sec$ په وخت کې د سکون له حالت نه $1600 \, km/h$ ته رسیږي. که چیرې د توغندی کتله $500kg$ وي. د اړینی قوې اندازه پیدا کړي؟ ځواب: ($1,2 \cdot 10^5 N$)

21. د $450Lb$ وزن درلودونکې موټر سایکل سرعت د $6\sec$ په وخت کې له صفر څخه $55 \, mi/h$ ته رسیږي

الف) د موټر سایکل ثابت تعجیل څومره دی

ب) د نوموړې تعجیل د رامنځ ته کونکې قوې اندازه څومره ده؟

ځوابونه: (الف: $13.43\, {}^{ft}/_{sec^2}$**، ب:**$183Lb$)

22. **په هغه ځای کې چې د ځمکې د جاذبې تعجیل** $9,8\, {}^{m}/_{\sec^2}$ **دی د یوه جسم وزن** $22N$ **دی**

الف) د نوموړی جسم وزن او کتله په هغه ځای کې پیدا کړې چې هلته د ځمکې د جاذبې تعجیل $4,9\, {}^{m}/_{\sec^2}$ **وي**

ب) که چیرې نوموړې جسم داسې ځای ته یوسو چې د ځمکې د جاذبې تعجیل صفر وي.

د نوموړې جسم وزن او کتله به څومره وي؟ ځوابونه (الف $11N$ **،** $2,2kg$ **ب** 0 **،** $2,2kg$)

څلورم فصل

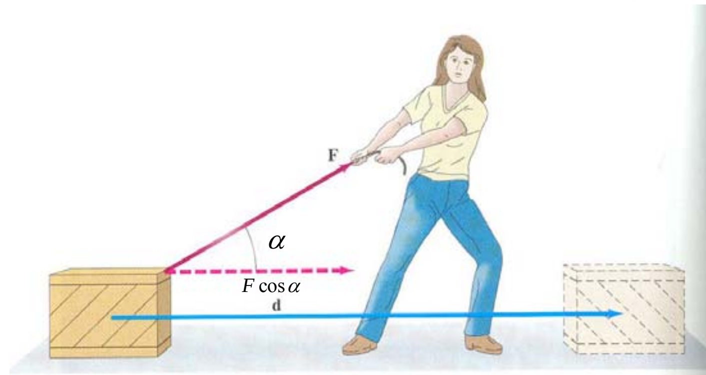
کار، انرژي او مومنتم

سریزه: کله به مو یو پټی د یو ځای څخه بل ځای ته وړه وي لیدلی به مووی، چه انسانان د کار په اجرا کولو کې د بشري قووو، حیواني او یا هم ماشیني تخنیکونو څخه کار اخلي، حیوانات او ماشین الات د کار کمیت او کیفیت ښه کوي. که یو انسان په عادي توګه پنځوس کیلو ګرامه جسم پورته کړي او یا یې انتقال کړي، نو ماشین په ډیره آساني په سوونو ټنه جسم او یا هم اجسام بیځایه کولې شي.

۴- ۱: کار Work

په ټولو حالاتو کې د کار انجامول د قوې پوسیله ممکن کیداې شي او داسې تعریف کیداې شي.

که چیرې پر یو جسم قوه عمل وکړي، او نوموړی جسم ته په یوه فاصله تغییر مکان ورکړي، نو ویل کیږي چه کار انجام شویدی په فزیک کې د کار ډولونه خورا ډیر دي، میخانیکي کار، برقي کار، ترمودینامیکي کار او داسې نور اما دلته یواځې د موضوع په اړوند میخانیکي کار څیړو. د موضوع د وضاحت په ارتباط یو جسم چه کتله یې m ده په نظر کې نیسو. دغه جسم د $\overline{F}$، قوی په ذریعه چه د جسم د تغییر مکان سره د $\propto$ زاویه جوړوي رابنکل کیږي.



(۴- ۱) شکل

د تعريف په لحاظ کار چه په W سره ښودل کيږي د عاملې قوې او جسم د تغيير مکان د حاصل ضرب څخه لاسته راځي. يعنی

$$W = F \cdot \ell \cdot \cos \propto$$
$$W = F \cdot d \quad \text{.................................(۴- ۱)}$$

د پورتنی رابطې څخه ښکاريږي چه د جسم تغيير مکان يعنی d د قوی د مرتسم څخه د جسم د خوځيدو په استقامت عبارت دی يعنی $d = \ell \cdot \cos \propto$.

پورتنی رابطې ښيې چه د کار د اجرا کيدو کميت د $\cos \propto$ پورې اړوند دی.

الف) که چيرې عامله قوه او د جسم تغير مکان سره منطبق وي پدی حالت کې $\propto = 0$ او $\cos 0^0 = 1$ دی دلته $d = \ell$ او کار عبارت $W = F \cdot d$ څخه دي. د $\propto$ زاويې په لويدو سره اجرا شوې کار کميږي دا ځکه چه د $\propto = \frac{\pi}{2}$ قيمت سره اجرا شوې کار يعنی $W = 0$ دي. دا په دی مانا نه دی چې کوندی عامله قوه وجود نلري، عامله قوه خامخا شته خو تغيير مکان صورت نه نيسي، نو دا علت دی چه $W = 0$ کيږي. د کار د اندازه کيدو واحد ته $Joul$ ژول وائي. ژول هغه مقدار کار ته ويل کيږي چه يو نيوټن قوه يو جسم ته چه يو کيلوګرام کتله لري د يو متر په اندازه تغيير مکان ورکړي.

$$1Joul = 1N.m \quad \text{.................................(۴- ۲)}$$

erg د ژول د اجزاو څخه دي.

$$1Joul = 1N \cdot m$$
$$1N = 10^5 dyne$$
$$1m = 10cm$$
$$1Joul = 10^5 dyne \cdot 10^2 cm$$
$$= 10^7 dyne \cdot cm$$
$$1Joul = 10^7 erg \quad \text{.................................(۴- ۳)}$$

اوس غواړود فنر پوسيله اجرا شوی کار وڅيړو.

د شکل مطابق يو فنر د A له نقطې څخه ځوړنده ؤ. فرضاً په عادي حالت کې د فنر اوږدوالې ℓ_1 دي که چيرې د F قوه په دغه فنر مخ ښکته عمل وکړي نو فنر اوږديږي او

ℓ_2 حالت ځانته نیسي د جسم تغییر مکان $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_1$ په هر اندازه چه عامله قوه زیاتیږي نو د فنر اوږدوالي زیاتیږي، برعکس هر څومره چه عامله قوه کمه شي نو د فنر اوږدوالي کمیږي ، ویلی شو چه د فنر قوه د فنر د اوږدیدو سره مستقیماً متناسبه ده. یعنی:

$$F \sim \Delta\ell$$

او که دغه حالت د مساوات په شکل ولیکو نو لرو چې:

$F = k\Delta\ell$ (۴-۴) ، k د تناسب ضریب دی همدارنګه $\Delta\ell = dx$ سره بنیو. اجرا شوې کار په لاندی ډول لیکل کیږي.

$$dw = F \cdot dx$$

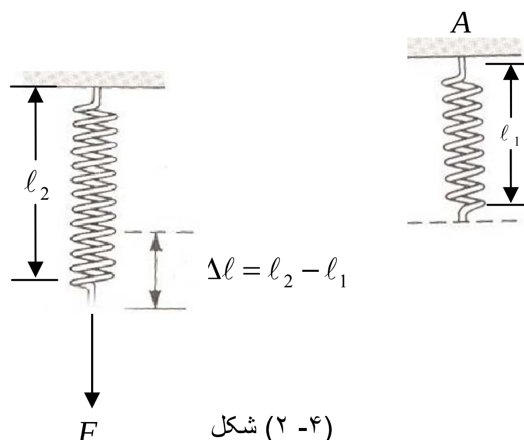
په پورتینی رابطه کې $F = -kx$ دی، منفي علامه د قوي او فنر د راکش کیدو یا تغییر مکان مخالف جهتونه ښیي. د پورتنی رابطې څخه لیکلې شو چې:

$$W = \int_0^W dW = -k\int_0^x x \cdot dx = -k\frac{x^2}{2}$$

که په $W = -k\frac{x^2}{2}$ رابطه کې له منفی علامې څخه صرف نظر وشی، نو لیکلی شو چې:

$$W = \frac{1}{2}kx^2 \quad \text{.................................(۵ -۴)}$$

دلته K د فنر ارتجاعیت دی او واحد یې $\frac{N}{M}$ دي.



(۴- ۲) شکل

۴- ۱ مثال:

یو جسم د افقي سطحې په مخ د $300N$ قوې لاندې چې له افق سره 45° زاویه جوړوي د $10m$ په فاصله بې ځایه کیږي تر سره شوی کار پیدا کړئ؟

حل: له (۴- ۱) رابطې څخه لرو چې:

$$W = F.d\cos\propto$$

$$W = 300N \cdot 10m \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2100\,Joul$$

4- 2: انرژي Energy

انرژي د کار هغه قابلیت ته ویل کیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په یو جسم او یا سیستم کې موجود وي. کله چه په یوه ټاکلې ارتفاع کې یو جسم واقع وي، که چیرې موانع رفع شي نو جسم مخ ښکته د ځمکې په لور حرکت کوي او د یو کار د اجرا کیدو باعث ګرځي، داسې معلومیږي چه د کار د اجرا کیدو د مخه په نوموړی جسم کې د کار قابلیت موجود ؤ. همدارنګه کله چه په یوه ناوه کې له تیریدو وروسته او به په شدت سره د ژرندی به څرخ لګیږئ د څرخ پرې ګرځي او په نتیجه کې د ژرندی پلونه څرخوی. که چیرې عین مقدار اوبه په یوه اواره ویالی کې په څرخ ولګیږي، نو څرخ نه تاویږي او په نتیجه کې د ژرندې پلوونه نشی ګرځولی، خو کله چه همدا اوبه په ناوه کې حرکت وکړي، نو پدې صورت کې همدغه اوبه څرخ او په نتیجه کې د ژرندې پلونه ګرځولې شي. ولاړو اوبوکې مخکې له حرکت څخه د کار قابلیت موجود ؤ. د انرژی ډولونه خورا زیات دی لکه میخانیکي انرژي، هستوي انرژي، برښنایي انرژی، لمریزه انرژي او داسې نور. په عمومي توګه انرژي پر دوه برخو ویشل کیږي:

الف. مروجه یا معمول انرژي

ب. نوې او د نوې کیدو وړ انرژي

د لمرۍ برخې انرژي ځانګړتیاوې دا دي:

الف.ټاکلې زیرمې لري، لکه نفت، ګاز او د ډبرو سکاره

ب. د یو ځای څخه بل ځاي ته د لیږد وړ دي

ج. خلاصیدوونکې دي

نوې او د نوې کیدو وړ انرژي د پورتنیو څخه پدې ډول توپیر کیږي

الف. نه خلاصیدونکې منابع لري، لکه لمر

ب. په ټاکلی او د پیداکیدو په محل کې ګټه تری اخستل کیدای شي.

ج. د ترانسپورتي وسایلو په مرسته د لیږد وړندې همدا رنګه یو شمیر نورې ځانګړتیاوې شته چه د هغوی د ذکر څخه دلته صرف نظر کیږي. د میخانیکي انرژي دوه مهم ډولونه د پوتانشیال او حرکي انرژي څخه عبارت دی. چه په لاندې ډول تشریح کیږي.

۴– ۳: پوتانشیال انرژي:

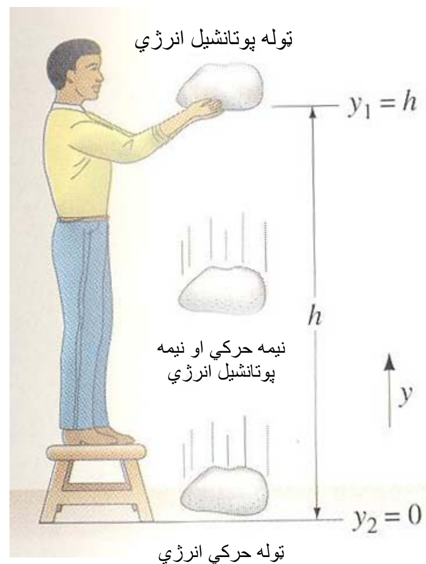
هغه انرژي چه په یو سیستم او یا جسم کې د هغه د حالت د بدلون له کبله رامینځ ته کیږئ، پوتانشیال انرژي په نوم یادیږي. ددغه تعریف څخه په ګټه اخیستنه د ځمکې د ثقل اړوند پوتانشیال انرژي توضیح کوو.

یو جسم د ځمکې په سطحه باندې په نظر کې نیسو په دغه جسم یو کار اجرا کوو او جسم د ځمکې له سطحې څخه د h په ارتفاع باندې پورته کوو په نوموړې ارتفاع کې دغه اجرا شوې کار زیرمه کیږي که د جسم وزن $p = mg$ وي چې همیشه د ځمکې د سطحې خواته متوجه دی د هغه په وړاندې اجرا شوې کار عبارت دی له $W = p \cdot h = mgh$

او یا هم

$$W = E_p = mg \cdot h \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۵–۴)$$

ویلی شو چه که چیرې د نوموړې جسم څخه مانع لرې او یا یې د h له ارتفاع څخه خوشې کړو د ځمکې لورته حرکت کوي او کار اجرا کوي چه دغه اجرا شوی کار د $W = mg \cdot h$ څخه عبارت دي یعنې هغه اندازه کار چې مخکې په جسم باندې ترسره شوې دی (۴– ۵) اړیکه د پوتانشیل انرژي په بڼه په جسم کې زیرمه کیږي.



(۴- ۳) شکل

۴- ۴: حرکي انرژي Kinetic Energy

هرخوځنده جسم چه د v په سرعت باندې حرکت وکړي، ویل کیږي چه حرکي انرژي لري، تر هغه وخته پورې چه جسم ودریږي.

د مثال په توګه فرض کوؤ چه مخکینی ذکر شوې جسم د h له ارتفاع څخه د ځمکې پر مخ رالویږي، کله چې د ځمکې سطحې ته رسیږي، د هغه پوټانشیال انرژي ټوله په حرکي انرژي اوړي. څرنګه چې جسم د h له ارتفاع څخه سقوط کړیدی نو لیکلې شو چه

$$W_p = mg \cdot h$$

څرنګه چې جسم سرعت اخیستی، نو لیکلې شو چه $\upsilon^2 = 2g \cdot h \Rightarrow h = \dfrac{v^2}{2g}$

که دا قیمت په پاسنۍ رابطه کې وضع کړو

$$W = E_k = mg \cdot \frac{v^2}{2g}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

يعني اجرا شوی کار چه د E_p ذخیروي انرژي لامل ګرځیدلې کټ مټ په حرکي انرژي اوښتي یا په بل عبارت د ثقل د قوې په مقابل کې کار د h په لوړوالې کې په جسم کې زیرمه شوې ؤ. چه درالویدو وروسته کټ مټ په حرکي انرژي واوښت.

د انرژي د اندازه کیدو واحدونه:

څرنګه چې انرژي د کار د اجرا قابلیت ته ویل کیږي، نو له دی امله د کار او انرژي د اندازه کولو واحدونه سره مساوي دی. په بل عبارت انرژي هم د کار غوندی په $Joul$ ژول او د هغه په اجزء او اضعافو اندازه کیږي.

$$1Joul = 1N \cdot m$$

همدا رنګه

$$1N = 10^5 dyne$$

$$1Joul = 10^5 dyne \cdot 10^2 \cdot cm \quad 1m = 10^2 cm$$

$$1Joul = 10^7 \cdot dyne \cdot cm$$

$$1 dyne \cdot cm = 1 erg$$

$$1Joul = 10^7 erg$$

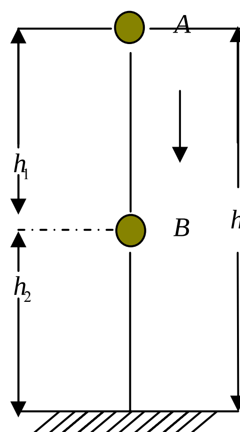
۴– ۵: د انرژي د تحفظ قانون Energy Conservation Law

انرژي د یو شکل څخه په بل باندې اوړي یعنې انرژي خپل شکل بدلوي، نه دا چه له منځه ځي په یو معین موقعیت کې د انرژي کمیت ثابت پاته کیږي. او که چیرې یو ډول انرژي په بل ډول واوړی، نو حتماً بل ډول انرژي زیاتیږي چه په نتیجه کې د دواړو حاصل جمع د لمړی ځل په پرتله سره مساوي دی. یعنی ثابت پاتی کیږي.

دلته وړاندی ذکر شوې مثالونه یو ځل بیا راوړو د h په لوړ والی کې پوتانشیال انرژي $E_p = mg \cdot h$ ده

ځرنګه چه جسم د توقف په حالته کې دي نو $v=0$ او يا $E_k=0$ کيږي چه په حقيقت کې پدغه موقعيت کې $E_A=E_p+E_K=mg\cdot h+0$

$$E_A=mg\cdot h \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-٦)$$



(۴-۴) شکل

فرضاً نوموړی جسم د مسير په امتداد د A موقعيت څخه B موقعيت ته راوليږي. د B په موقعيت کې پوتانشيال انرژي $E_p=m\cdot g\cdot h_2$ څخه عبارت دي.

که په دغه موقعيت کې د جسم سرعت V فرض کړو نو حرکي انرژي $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ دي.

يعنی د B په موقعيت کې مجموعي انرژي

$$E_B=E_p+E_k=mgh_2+\frac{1}{2}mv^2$$

د بلې خوا پوهيږو چه $v^2=2g\cdot h_1$ دي که دا قيمت په پورتنۍ رابطه کې وضع کړو

$$E_B=mgh_2+mgh_1$$

$$E_B=mg\left(h_2+h_1\right)$$

د شکل مطابق $h_2+h_1=h$ دي

$$E_B=mg\cdot h \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۴-٧)$$

که چیرې د (۴− ٦) او (۴− ۷) رابطې سره پرتله کړو ګورو چه د A او B په موقعیتونو کې د ذخیروي او حرکي انرژي حاصل جمع ثابت پاتې کیږي، په داسې حال کې چه د A په موقعیت کې $E_k = 0$ دي. لدغه ځایه نتیجه اخلو، چه د جسم په هر موقعیت کې:

$$E = E_p + E_k = mgh = const$$

۴− ۲ مثال: د یوه پنډوسکی (Ball) کتله $0,2kg$ او سرعت یې $15 \, {}^{m}\!/_{\sec}$ دي

الف) د هغه حرکي انرژي پیدا کړي؟

ب) که چیرې د هغه سرعت دوه برابره شي په دی صورت کې یې حرکي انرژي محاسبه کړئ؟

حل: د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

الف) $$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0,2kg \cdot \left(15 \, {}^{m}\!/_{\sec}\right)^2 = 22,5J$$

ب) $$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}0.2kg(30 \, {}^{m}\!/_{sec})^2 = 90J$$

۴− ٦: مومنتم او ضربه:

کله کله فزیکي حوادثو کې د سیستم او یا جسم د حالت بدلون، په خاصو حالاتو کې مطالعه کیږي او دغه خاص حالت، د سیستم حاصل شوې بدلون په خورا ښه توګه توضیح کولای شي.

د نیوتن د دویم قانون څخه په ګټې اخیستنه لیکلې شو چې:

$$F = m \cdot a \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۴− ۸)$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$F = m\frac{dv}{dt}$$

د پورتنی رابطې څخه لیکلې شو چې:

$$F \cdot \int_{t_0}^{t} dt = m\int_{v_0}^{v} dv$$

$$F\left(t - t_0\right) = m\left(v - v_0\right)$$

$$(t-t_0)=\Delta t, \cdot (v-v_0)=\Delta v$$

$$F\cdot\Delta t=m\cdot\Delta v \quad \text{.................................... (۴- ۹)}$$

$m\cdot\Delta v$ ته مومنتم او يا د جسم د حرکت اندازه او $F\cdot\Delta t$ ته ضربه ويل کيږي. $F\cdot\Delta t$ د F قوې عمل د Δt په يوه کوچنۍ لحظه کې دي، چه د m کتلې د حرکت سرعت د v_0 څخه v ته رسوي. همدارنګه کولاې شو د مومنتم د تغيير له نقطه نظره پورتنۍ رابطې په لاندينۍ شکل سره وليکو:

$$F\cdot\Delta t=mv-mv_0$$

څرنګه چه $mv=p$ او $mv_0=p_0$ دي نو په دی لحاظ $F\cdot\Delta t=p-p_0$

څرنګه چه په کوچنۍ لحظه کې د P بدلون کوچنۍ دی يعنی:

$$p-p_0=\Delta p$$

$$F\cdot\Delta t=\Delta p$$

نو ليکلې شو چه

$$F=\frac{\Delta p}{\Delta t}$$

او يا هم

$$F=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F=\frac{dp}{dt} \quad \text{.................................... (۴- ۱۰)}$$

ددغې رابطې څخه يو ځل بيا داسې ښکاري، چه قوه د مومنتم د تغيير څخه عبارت دي. لکه د قوې غوندې مومنتم هم يو وکتوري کميت دي بايد پټه پاتې نه وي چه د ميخانيک فزيک کتلوي مودل د يوې مادې نقطې ځينی عبارت دي. اما د اجسامو د ميخانيکي خصوصياتو په مطالعه کې د مادي نقاطو د اجسامو د اوزانو وکتوري محصله چه د جسم د ثقل په مرکز کې عمل کوي، د وکتور د عمل نقطه په نظر کې نيول کيږي.

$$\vec{F}=\sum_{i=1}^{n}F_i=\sum_{i=1}^{n}\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta p_i}{\Delta t} \quad \text{................. (۴- ۱۱)}$$

۴- ۷: طاقت :Power

د ډيرو پخوا زمانو څخه د انسانانو او حيواناتو د کارکولو اندازه د اهميت وړ ده. په ننی نړۍ کې د ماشين آلاتو د کار د اجرا کيدو اندازه د وخت په اړوند ډيره مهمه ده. ننني نړيوال اقتصاد ټول په همدغه حقيقت کې نغښتي دي. طاقت د اجرا شوې کار او د هغه وخت د نسبت څخه لاسته راځي چه نوموړې کار په کې اجرا شوې دي که چيرې طاقت په p ، اجرا شوې کار په w او وخت په t سره ارائيه کړو نو ليکلې شو چې:

$$p = \frac{w}{t} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۴- ۱۱)$$

که کار په ژول $Joul$ او وخت په ثانيه sec سره اندازه شي نو د طاقت واحد $Joul/\sec$ دي.

$$\frac{Joul}{\sec} = 1watt$$

يو واټ هغه طاقت ته ويل کيږي چه يو ماشين او يا بله توليدي قوه يو ژول کار په يوه ثانيه کې انجام کړي.

واټ يو مقداري (سکالري) کميت دی، د جسم د کار د جهت پورې اړوند ندي. نن ورځ د طاقت ډير لوی واحدونه لکه کيلو واټ او ميګا واټ معمول دی چې په عملي ژوند کې استفاده ځينی کيږي.

۴- ۳ مثال: د جت الوتکې موتور کولې شي $15000N$ قوه رامنځ ته کړئ. که چيرې الوتکه د $300\,m/\sec$ په سرعت سره د حرکت په حال کې وي د الوتکې قدرت د واټ او هارس پاور (hp) له جنسه پيدا کړي؟

حل:

$$p = \frac{w}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot V = \left(1,5 \cdot 10^4 N\right) \cdot 300\,m/\sec = 4,5 \cdot 10^6 w$$

$$= (4.5 \cdot 10^6 w)\,\frac{1hp}{746} = 6032.17hp$$

۴- ۸: د فصل لنډیز

- که چیرې د F قوه په یوې ذرې باندې اغیزه وکړي او د هغه په پایله کې نومورې ذره د d په اندازه تغییر مکان وکړي په دی صورت کې تر سره شوې کار عبارت دي له:

$$W = Fd\cos\propto = F \cdot d \quad \text{........................(۴- ۱۳)}$$

په پورتنۍ رابطه کې $\propto$ د قوې د جهت او تغییر مکان ترمنځ زاویه ده. کار یو سکالري کمیت دي او یوازې الجبري مثبت او منفي علامې لري د جهت درلودونکې نه دي.

- که چیرې یو جسم د یوه فنر په آزاد انجام پورې وتړل شي او تغییر مکان وکړي د فنري قوې په واسطه تر سره شوې کار عبارت دي له:

$$W = -\frac{1}{2}kx^2 \quad \text{........................(۴- ۱۴)}$$

- د m په کتلې او د V په سرعت سره د یوې ذرې یا جسم حرکي انرژي عبارت دي له:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{........................(۴- ۱۵)}$$

حرکي انرژي هم یو سکالري کمیت دي او همیشه مثبت دي.

- په واحد وخت کې ترسره شوې کار د طاقت یا قدرت په نوم یادیږي او هغه عبارت دي له:

$$p = \frac{w}{t} \quad \text{........................(۴- ۱۶)}$$

- د انرژي د تحفظ قانون په لاندې ډول دي:

$$E = E_p + E_k = const \quad \text{........................(۴- ۱۷)}$$

- د هغه جسم مومنتم چې کتله یې m او د v په سرعت حرکت کوي عبارت دي له:

$$P = mv \quad \text{........................(۴- ۱۸)}$$

- د $F \cdot t$ کمیت د قوې د امپولس په نوم یادیږي. امپولس وکتوري کمیت دی.

د څلورم فصل تمرين

1. د $300N$ قوه د 45° زاويې لاندې نسبت افقي سطحې ته په يو جسم عمل کوي او هغه جسم په منظمه توګه د $10m$ په واټن د افقي سطحې په مخ بې ځايه کوي. اجرا شوې کار پيدا کړې؟ ځواب ($2100J$)
2. ددې لپاره چې د $20g$ کتلې درلودونکې يو جسم د $3\sec$ په وخت کې د $45m$ په واټن د سکون له حالت نه په يو نواخت تعجيل سره بې ځايه کړو څومره کار بايد اجرا شي (له اصطکاک څخه صرف نظر کيږي) ځواب ($2.25J$)
3. د $2kg$ کتلې درلودونکې يو جسم د $6\sec$ په جريان کې ازاد سقوط کوي د جسم حرکي انرژي د سقوط په پای کې څومره ده؟ ځواب ($3457.44J$)
4. د $100mg$ يو ميخ د کوټې له غولې نه د ميز سرته چې ارتفاع يې $75cm$ ده پورته کړ. اجرا شوې کار محاسبه کړئ؟ ځواب: ($7350erg$)
5. يو کرين د $20KN$ يو وزن د $5m$ په لوړوالې پورته کوي. د کرين کار پيدا کړې؟ ځواب: ($10^5 J$)
6. د $20g$ يوه مرمي په عمودي توګه پورته خواته فير شوې او له $20\sec$ وخت نه وروسته بيرته د ځمکې سطحې ته رارسيږي. د سلاح په ميل کې د باروتو د ګاز کار محاسبه کړې؟ ځواب ($96J$)
7. د فوټ بال يو لوبغاړې د $10 m/\sec$ په سرعت سره د $700g$ کتلې يو توپ په پښه وهي يا يې ضربه کوي. که چيرې د ضربې دوام $0,02\sec$ وي. د ضربې منځنۍ قوه پيدا کړې؟ ځواب: $350N$
8. د $3kg$ کتلې درلودونکې يو خرخ له ښويدو پرته د $5 m/\sec$ په سرعت سره په افقي سطحه باندې رغړي. د خرخ امپولس پيدا کړې؟ ځواب: ($15 kgm/\sec$)
9. که چيرې $20N$ قوه د 30° زاويې لاندې په يو جسم عمل وکړي او هغه د $5m$ په واټن بې ځايه کړي. اجرا شوې کار پيدا کړې؟ ځواب: ($86.6J$)

10. که چيرې د فضايي بيړې او له هغې سره د نيښتي توغندي کتله $2,9\cdot10^5kg$ وي او د $11,2\,^{km}/_{sec}$ په سرعت سره حرکت وکړي د هغوی حرکي انرژي حساب کړي؟
ځواب: ($1.8\cdot10^{13}J$)

11. د لاندنيو شيانو حرکي انرژي محاسبه کړي.
الف) فوتباليست چې کتله يې $110kg$ او د $8,1\,^{m}/_{sec}$ په سرعت سره ځغلي
ب) مرمي چې کتله يې $4,2g$ او سرعت يې $950\,^{m}/_{sec}$ دي
ج) فضايي بيړې چې کتله يې $91400kg$ او سرعت يې $11,2\,^{km}/_{sec}$
ځوابونه: (الف $3608.55J$، ب $1895.25J$، ج: $5.73\cdot10^{12}J$)

12. يو پلار د خپل زوی سره مسابقه کوي د پلار حرکي انرژي د زوی د حرکي انرژي نيمايي ده او د زوي کتله د پلار د کتلې نيمايي ده. پلار د $1,0\,^{m}/_{sec}$ سرعت ته رسيږي او وروسته هم هغه د زوی حرکي انرژي لري. د پلار او زوي لومړنی سرعت څومره ده؟
ځوابونه: (پلار $2,4\,^{m}/_{sec}$، زوی $4,8\,^{m}/_{sec}$)

13. داوروژنی يو پايپ چې اوږدوالي يې $12m$ دي په افقي توګه د يوې سطحې په مخ په $2,3\,^{m}/_{sec}$ سرعت سره له اصطکاک پرته کشکول کيږي. د پايپ د هر متر کتله $0,25kg$ ده.کله چې ټول پايپ حرکت کوي د عاملې قوې په نتيجه کې څومره کار ترسره کيږي؟ ځواب:($7,9J$)

14. له اصطکاک پرته د يوې مايلې سطحې په مخ چې له افق سره 25° زاويه جوړوي د $25kg$ کتلې درلودونکې يو صندوق مخ پورته د يو کارګر په واسطه په $209N$ قوه چې له سطحې سره موازي ده کش کول کيږي کله چې صندوق د $1,5m$ په واټن بې ځايه شي. د کارګر په واسطه تر سره شوې کار محاسبه کړي؟ ځواب: ($31315J$)

15. يو جسم چې کتله يې $102kg$ ده د يوه مستقيم افقي خط په مخ د $53\,^{m}/_{sec}$ په لومړنی سرعت سره حرکت کوي. که چيرې په $2\,^{m}/_{sec^2}$ تأخيري تعجيل (تأجيل) سره د نوموړې خط په مخ ودريږي. پيدا کړي
الف) د هغه د دريدو لازمه قوه

ب) د تأجیل په وخت کې طی کړل شوې واټن

ج) په جسم باندې د واردی قوې په مرسته اجرأ شوې کار؟

ځوابونه: (الف $204N$ ، ب $702.25m$ ج $1,4\cdot10^5 J$)

16. د توپک مرمي چې کتله یې $5g$ او د $500 m/_{sec}$ په سرعت سره حرکت کوي حرکي انرژي د ژول له جنسه محاسبه کړې؟ ځواب($625J$)

17. د $30N$ یوه قوه په یوه متحرک توپ چې کتله یې $0,420kg$ ده عمل کوي چې په لومړۍ سرکې د $4 m/_{sec}$ په سرعت سره د قوې په جهت حرکت کوي. قوه باید په کومه فاصله کې په توپ باندې اغیزه وکړي ترڅو سرعت یې $6 m/_{sec}$ ته ورسیږي؟

ځواب: ($0.14m$)

18. د انسان زړه یو پیاوړې او د اعتماد وړ پمپ دي. هره ورځ د 7500 لیترو په شا او خوا کې وینه پمپوی او د وجود یا بدن غړیوته یې رسوي. که چیرې د زړه کار د $1,63m$ په ارتفاع (په امریکا کې د ښځو متوسط قد) د همدغو مره اندازې وینې د لوړولو له کار سره مساوي وي او د وینې کثافت د اوبو له کثافت $10^3 kg/_{m^3}$ سره مساوي وي. په یوه ورځ کې د زړه کار څومره دي؟ ځواب: ($1,20\cdot10^5 J$)

19. د $5kg$ کتلې یو جسم باید څومره لوړ شي ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $40J$ زیاته شي. څومره باید نوموړې جسم راټیټ یا ښکته کړو ترڅو د هغه پوتانشیل انرژي $100J$ کمه شي. په دواړو حالتونو کې د ثقل د قوې کار محاسبه کړي؟ ځوابونه: ($0,80m$، $2m$، $-40J$، $100J$)

پنځم فصل

کلک (جامد) اجسام Solids

سريزه: ماده په طبعيت کې په درې ډوله جامد، مايع او ګاز وجود لري او له يوه حالت نه په بل حالت اوړي. د تودوخې د زياتوالي په پايله کې جامد په مايع او مايع په ګاز اوړي. ماده په جامد حالت کې د ټاکلې حجم او ټاکلې شکل درلودونکې ده. ددې لپاره چې د يوه جامد جسم حجم او شکل بدل کړو زياتو قووته اړتيا شته دی، يعنی جامد اجسام د حجم او شکل د بدلون په وړاندې له ځانه زيات مقاومت ښيي.

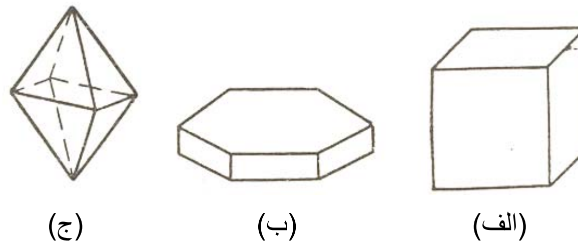
ماده په مايع حالت کې ټاکلې حجم لري خو شکل يې بدلون کوي او په هر لوښي (ظرف) کې چې واچول شي د هغه لوښي بڼه ځان ته غوره کوي. که وغواړو چې د يوې مايع حجم ته بدلون ورکړو، نو د زياتو قوو عمل ته اړتيا شته دی يا په بل عبارت مايع د خپل حجم د بدلون په وړاندې له ځانه زيات مقاومت ښيي، خو د شکل د بدلون په وړاندې له ځانه هيڅ ډول مقاومت نه ښيي.

ماده د ګاز په حالت کې نه ټاکلې حجم لري او نه هم ټاکلې شکل او د خپل حجم او شکل د بدلون په وړاندې هيڅ ډول مقاومت له ځانه، نه ښيي. نو ځکه ګاز په ډير کم وخت کې ټوله هغه فضا اشغالوي چې په واک کې يې ورکول کيږي. په جامد او مايع اجسامو کې د ماليکولونو ، اتومونو او ايونونو ترمنځ قوې د پام وړ دي او دا ذرې په ټاکلو فاصلو کې يو له بل نه قرار لري. په دی اجسامو کې د ماليکولونو ترمنځ د قوونه ناشي متوسطه پوتانشيل انرژي د ماليکولونو د حرارتي حرکت د متوسطې حرکي انرژي نه زياته ده $\left(\overline{W}_p \succ \overline{W}_k\right)$.

په بل عبارت د ماليکولونو حرکي انرژي د ماليکولونو ترمنځ د جاذبې په قوه باندې د غلبې لپاره کفايت نه کوي.

په جامد جسم کې ذرې (ماليکولونه، اتومونه او ايونونه) په يوه خورا دقيق هندسې نظم کې قرار لري او يوه شبکه جوړوي چې د کرستال په نوم ياديږي. په طبعيت کې زياتره جامد اجسام کرستالي جوړښت لري د بيلګې په توګه ټول منرالونه او د انجماد په حالت کې ټول

فلزات له کرستالونو، نه عبارت دی. په جامدو اجسامو کې ماليکولونه د خپل تعادل حالت په شا او خوا کې اهتزازي حرکت ترسره کوي.
د کرستال خارجي نښه او مشخصه د هغه منظم هندسي شکل دي (۵– ۱) شکل.



(۵- ۱) شکل

د بيلګې په توګه د خوړو د مالګې کرستال د مکعب شکل لري (۵– ۱ الف) شکل د کنګل (يخ) کرستال د شپږ وجهي منشور شکل لري. (۵– ۱ ب) شکل او د الماس کرستال د اته وجهي شکل لري (۵– ۱ ج) شکل او داسې نور. د هر کرستالي جسم د محدود کونکو سطحو ترمنځ يوه ټاکلي زاويه وجود لري د مثال په ډول د خوړو د مالګې د کرستال د سطحو ترمنځ زاويه 90° او د يخ د کرستال د سطحو ترمنځ زاويه 120° دي او داسې نور.
د کرستالي جسم يا کرستال بله مشخصه د هغه په داخل کې د نامتجانستوب (انيزوتروپي) شتون دي او هغه دا چې ځينې فزيکي خواص لکه (ميخانيکي، برښنايي او نوري) د جهت تابع دی، يعنی په کرستال کې د جهت په بدلون سره دا خواص هم بدلون کوي. يا په بل عبارت کرستال په مختلفو جهتونو کې مختلف خواص لري. که څه هم د اجسامو کرستالي حالت په طبعيت کې ډير په سترګو کيږي، خو د دغو ټولو اجسامو کرستالي خواص يو شان واضح نه دي. په دی نسبت اجسام په دوو ګروپونو ويشل کيږي. مونو کرستالونه او پولي کرستالونه.

مونو کرستال هغه جسم ته ویل کیږي چې ټولې ذرې یې په یوه عمومي فضایي شبکه کې ځای په ځای کیږي. فضایي شبکه هغه شبکه ده چې په کرستالي جسم کې ذرې (مالیکولونه، اتومونه او ایونونه) د یو بل په نسبت په دقیق او منظم تناظر کې واقع وي.
پولي کرستال هغه جسم ته ویل کیږي چې له زیات شمیر کوچنیو مونوکرستالونو نه چې یو د بل په نسبت په نامنظم ډول واقع دي جوړ شوې دی. له دی کبله پولي کرستالونه ایزوتروپ دی، یعنی په ټولو جهتونو کې یو شان فزیکي خواص لري. په پولي کرستالونو کې نامتجانستوب (انیزوتروپ والی) یوازې د مونوکرستال په حدود وکې وجود لري. د معاصر فزیک له نظره جامد اجسام یوازې کرستالي اجسام یا کرستالونه دي. د مایعاتو ذرې (مالیکولونه) په نا منظم او نا مرتب ډول سره یو ځای شوې له دی کبله مایعات ایزوتروپ دي.

۵– ۱: ارتجاعي قوه Elastic Force

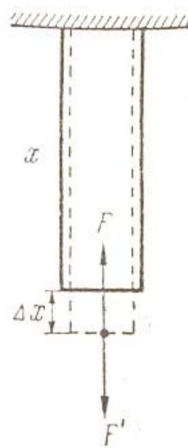
مخکې مو ولوستل چې قوه کولې شي یوه جسم ته تغییر د شکل ورکړي او یا د هغه جوړونکي ذرې یو د بل په نسبت بی ځایه کړي. په دی صورت کې (د نیوتن د دریم قانون سره سم) د تغییر موندونکې جسم په داخل کې د تغییر راوړونکې قوې په مقابل کې قوه را پیدا کیږي چې کچه یې د تغییر راوړونکې قوې سره مساوي ده دا قوه د ارتجاعي قوې په نوم یادیږي. د بیلګې په توګه هغه وزنه چې د یوه فنر په سر کې ځوړند او هغه کش کوي د فنر ارتجاعي قوې تر اغیزې لاندې راځي. ارتجاعي قوې د یوه جسم د ذرو (مالیکولونو او اتومونو) د خپل منځینی اغیزو نه سر چنیه اخلي او په اخري تحلیل کې برښنایي طبعیت لري.
څو ډوله د اجسامو تغییر شکل وجود لري لکه: یو طرفه انبساط، یو طرفه تراکم یا انقباض، څوطرفه یا حجمي انقباض، تاو انحنا یا کږیدل او نور. تجربه ښیي چې د F ارتجاعي قوه چې د هر ډول کم تغییر شکل په صورت کې رامنځ ته کیږي د تغییر شکل له قیمت (Δx) سره متناسبه ده یعنی:

$$F = -k \cdot \Delta x \quad \text{.............................} \quad (۵-۱)$$

په پورتنۍ رابطه کې k د تناسب ضريب دي. (۵– ۱) رابطه د هوک د قانون په نوم يادېږي. د منفي علامه د ارتجاعي قوې او تغيير مکان د مختلفو جهتونو څرګندويه ده.

که چيرې د تغيير راوړونکې يا خارجي قوې له رفع کيدو وروسته ارتجاعي قوې په بشپړه توګه د جسم لومړۍ بڼه او اندازه اعاده کړي دا ډول تغيير شکل ته ارتجاعي تغيير شکل وايي. د کوچنيو تغيير مکانونو (Δx) په صورت کې د حقيقي اجسامو تغيير شکل ارتجاعي ګڼلې شو. د لويو Δx په صورت کې د جسم په اصطلاح باقي مانده تغيير شکل رامنځ ته کيږي چې په بشپړه توګه د هغه بڼه او اندازه نه اعاده کيږي. په ډيرو سترو تغيير شکلونو کې ښايي جسم مات او خپل اصلي حالت له لاسه ورکړي.

اوس د (۲– ۸) شکل سره سم د يوې ميلې د يو طرفه انبساط ارتجاعي تغيير شکل مطالعه کوو.



(۵- ۲) شکل

فرض کړي د ميلې په کوز سرکې د F' تغيير راوړونکې قوه (خارجي قوه) عمل کوي د ميلې اوږدوالې x او د مقطع مساحت يې A دي. ميله د Δx په اندازه اوږديږي او په هغې کې د $F = -F'$ ارتجاعي قوه رامنځ ته کيږي. تجربه ښيي چې په ميله کې رامنځ ته شوې اوږدوالي (Δx) د F' قوې او د ميلې له لومړنۍ طول x سره په مستقيمه توګه متناسب او د ميلې د مقطع له مساحت سره په معکوسه توګه متناسب دي يعنی:

$$\Delta x = \frac{F'x}{EA} = -\frac{FX}{EA} \quad \text{.............................} \quad (۵- ۲)$$

له دی ځایه:

$$F = -\frac{EA \cdot \Delta x}{x} \quad \text{.............................} \quad (۵- ۳)$$

په (۵– ۳) رابطه کې E هغه ضریب دی چې د میلې د مادې د ارتجاعیت ښکارندوی او د ارتجاعیت د مودلس (Modulus) یا د یانګ Young د مودلس په نوم یادیږي.

د (۵– ۲) له رابطې نه لرو چې:

$$E = \frac{F'x}{A \cdot \Delta x} \quad \text{.............................} \quad (۵- ۴)$$

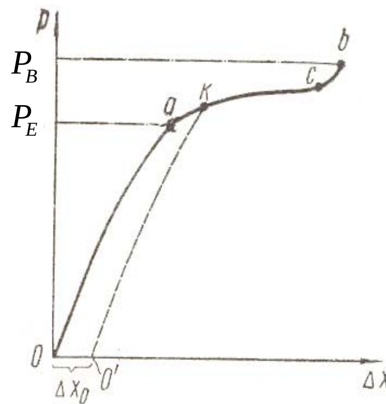
که چیرې $\Delta x = x$ او $A = 1$ فرض کړو په دی صورت کې $E = F'$، یعنی د یانګ مودلس په دی توګه له هغې قوې سره مساوي دی چې د واحد مساحت درلودونکې مقطع میله دوه چنده اوږده وي. د SI په سیستم کې دیانګ د مودلس د اندازه کولو واحد N/m^2 دي.

۵– ۲: د جامد جسم د شکل بدلون (تغییر شکل) Deformation

مخکې مو د جامد جسم تغییر شکل په لنډ ډول مطالعه کړ اوس د جامد جسم او کرستالونو د جوړښت په پام کې نیولو سره د هغه تغییر شکل په ژوره توګه او هر اړخیز ډول مطالعه او بررسي کوو. د جسم تغییر شکل د یوه ګراف په واسطه رسموو. د بیلګې په توګه د یوې میلې د یو طرفه انبساط تغییر شکل په پام کې نیسو. په افقي محور د میلې تغییر مکان (د طول زیاتوالې) Δx ، او په عمودي محور فشار په پام کې نیسو، لرو چې:

$$P = \frac{F}{A}$$

په پورتنی رابطه کې F تغییر راوړونکې قوه او A د میلې د مقطع مساحت دي، (۵– ۳) شکل.



(۵- ۳) شکل

د کمو فشارونو په صورت کې انبساط تقریباً د فشار سره متناسب دي. (د هوک قانون) د تغيير شکل دا ساحه د ارتجاعي تغيير شکل په نوم يادېږي. په ګراف کې دا ساحه د oa له خط سره مطابقت لري. د P_E فشار چې د oa خط د a له نقطې سره مطابقت لري د ارتجاعيت د حد په نوم يادېږي.

د فشار د نور زياتوالي په صورت کې په اصطلاح پلاستيکي ارتجاعيت پيل کيږي چې په ګراف کې د ab له منحنی سره مطابقت لري. د فشار د ډير زياتوالي په صورت کې د ميلې زيات انبساط رامنځ ته کيږي چې د جسم په کريدو يا ماتيدو منجر کيږئ دا فشار په ګراف کې د b له نقطې سره مطابقت لري. د جسم د ماتيدونه مخکې يو بل حالت شته دی چې په هغه کې د انبساط په مقابل کې د جسم مقاومت دوارې يو څه زياتيږي په ګراف کې د (cb) قطعه، د جسم د ماتيدو فشار P_B د استحکام يا ثبات د حد په نوم يادېږي.

که چيرې د يوه جسم د تغيير په صورت کې د هغه د ارتجاعيت له حدنه تيرې ونه شي په دی حالت کې جسم د تغيير شکل راوړونکې قوې له رفعه کيدو وروسته په بشپړه توګه خپله لومړنۍ بڼه اعاده کوي په ګراف کې د بيرته اعادې پروسه د ao په خط حرکت کوي. که چيرې تغيير شکل رامنځ ته کونکې قوه د ارتجاعيت له حد نه تيرۍ وکړي او يا له هغه نه زياته شي (چې په ګراف کې د k له نقطې سره سمون لري) په دی حالت کې د نوموړې قوې له رفع کيدونه وروسته جسم خپل لومړنۍ شکل نه اعاده کوي او د تل لپاره

د باقي مانده تغيير شکل په نوم د Δx_0 تغيير شکل ساتئ. د جسم د شکل د قسمي اعادې پروسه په ګراف کې د ko' له خط نه عبارت دي.

د يادولو وړ ده چې د ارتجاعي تغيير شکل په صورت کې هم د جسم لومړنۍ بڼه په آني اوسم دستي توګه نه اعاده کيږي، بلکې د يو څه وخت نه وروسته چې کله کله دا وخت ښايي څو ساعته او يا څو ورځې وي اعاده کيږي. دا پديده د ارتجاعي وروستنۍ عمل په نوم ياديږي.

۵– ۳: د جامدو اجسامو تودوخيز (حرارتي) انبساط Thermal Expansion

د تودوخې په زياتوالي سره د جامد جسم د ذرو حرارتي حرکت ګړندی کيږي او د دوی ترمنځ منځنۍ واټن زياتيږي. له دی کبله جامد جسم د ګرمولو په پايله کې پراخيږي يا انبساط کوي. تجربه ښيي چې د يوې ميلې د طول زياتوالي يعنی انبساط $\Delta\ell$ د خطي انبساط په صورت کې د هغه د تودوخې له بدلون سره متناسب دي، يعنی:

$$\Delta\ell = \propto \ell_0 \Delta t \quad \text{............................} \quad (۵ - ۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې ℓ_0 د ميلې طول په t_0 تودوخه کې، $\ell = \ell_0 + \Delta t$ د ميلې طول په t تودوخه کې، $\Delta t = t - t_0$ او $\propto$ د خطي انبساط ضريب دي. په (۵– ۵) رابطه کې که چيرې $t_0 = 0C^\circ$ وي، نو لرو چې:

$$\ell = \ell_0 (1 + \propto t) \quad \text{............................} \quad (۵ - ٦)$$

له دی ځايه:

$$\propto = \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0 t} \quad \text{............................} \quad (۵ - ۷)$$

له پورتنۍ رابطې نه د خطي انبساط ضريب ($\propto$) د ميلې له هغه نسبي انبساط څخه عبارت دي چې د سانتي ګريد يوې درجې په پايله کې رامنځ ته کيږئ او واحد يې $\frac{1}{grad} = grad^{-1}$ دي. د جامدو اجسامو لپاره $\propto$ د $(10^{-6} - 10^{-5})\,grad^{-1}$ په شا او خوا کې ده.

د خطي انبساط په پایله کې د جسم حجم زیاتیږي. د حجمي انبساط د مطالعې لپاره یو مکعب ډوله جسم چې هره ضلع یې د t_0 په تودوخه کې ℓ_0 ده په پام کې نیسو. د نوموړې جسم حجم مساوي دي په $v_0 = \ell_0^3$ د t تر تودوخې پورې د مکعب له ګرموالي نه وروسته د هغه هره وجهه مساوي کیږي په $\ell_0 (1+\propto t)$ او د هغه حجم مساوي دی په:

$$V = \left[\ell_0 (1+\propto t)\right]^3 = \ell_0^3 \left(1+3\propto t+3\propto^2 t^2+\propto^3 t^3\right)$$

په پورتنۍ رابطه کې د $\propto$ د کوچنیوالي له امله د $\propto^2$ او $\propto^3$ درلودونکو حدونو څخه سترګې پټولې شو یا صرف نظر کولې شو، په پایله کې لیکلې شو چې:

$$V = V_0 (1+3\propto t)$$

که چیرې $3\propto = \beta$ وي په دی صورت کې

$$V = V_0 (1+\beta t) \text{.............................(۵- ۸)}$$

په (۵- ۸) رابطه کې β د حجمي انبساط د ضریب په نوم یادیږي. پوهیږو چې د جسم کثافت $\rho = \frac{m}{V}$ دي، چې m د جسم کتله او V یې حجم دي، نو د (۸- ۸) رابطې نه لور چې:

$$\rho = \frac{\rho_0}{1+\beta t} \text{.............................(۵- ۹)}$$

په پورتنۍ رابطه کې $\rho_0 = \frac{m}{V_0}$ د جسم کثافت په $t = 0C^\circ$ تودوخه کې دي. له (۵- ۹) رابطې نه څرګندیږي چې د یوه جسم کثافت د تودوخې په زیاتوالي سره کمیږي.

(۵- ٦)، (۵- ۸) او (۵- ۹) رابطې د مایع اجسامو یا مایعاتو لپاره هم ریښتنیې دي، خو یوازې توپیر په دې کې دي چې د مایع اجسامو د حجمي انبساط ضریب د جامدو اجسامونه زیات او هغه د $\left(10^{-4} - 10^{-3}\right) grad^{-1}$ په شا او خوا کې دي.

په (۵- ۱) جدول کې د ځینو جامدو اجسامو د خطي انبساط د ضریب $\propto$ قیمتونه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوې دي.

(۵– ۱) جدول د خطي انبساط څو ضریبونه

جسم	$\propto \left(10^{-6} grad^{-1}\right)$	جسم	$\propto \left(10^{-6} grad^{-1}\right)$
یخ یا کنګل په 0C ° کې	51	پولاد	11
سرپ	29	معمولي شیشه	9
المونیم	23	پیرکس شیشه	3.2
برونز	19	الماس	1.2
مس	17	اینوار Ni-Fe الیاژ	0.7
کانکریت	12	کوارتز	0.5

په پورتنۍ جدول کې ټول درج شوې کمیتونه پرته له یخ یا کنګل نه د کوټې په تودوخه کې ورکړل شوې دی.

۵– ۴: ارتجاعیت Elasticity

ټول سخت یا جامد اجسام تر یوه حده دکشش وړتیا یا ارتجاعیت لري په دی مانا چې د کشولو، فشار ورکولو، تاوولو او متراکم کولو په واسطه کولې شو د هغو ابعادوته تریوې اندازې بدلون ورکړو. ددی لپاره چې د ابعادو ددی بدلونو نو په هکله څه ویوهیږو یا تصور وکړو لاندې مثال په پام کې نیسو. که چیرې د یو متر په اوږدوالي او یو سانتي متر په قطر یوې عمودي پولادي میلې له یوه انجام نه یو کوچنۍ موټر راوځړو میله کش کیږي خو دا کشش یوازې د $0{,}55mm$ په اندازه دي پردی برسیره کله چې موټر د میلې له انجام نه لیرې کړو میله بیرته خپل لومړنۍ حالت ته ورګرځي، یعنې خپل لومړنۍ طول ته ورګرځي. که چیرې دوه موټره د میلې له انجام نه وځړو میله په دایمي ډول کش کیږي چې د موټرو له لیرې کولو نه وروسته خپل لومړنۍ حالت ته نه ورګرځي. او که چیرې د میلې له انجام نه دري موټره وځړو په دی صورت کې میله ماتیږي.

(۵– ۴) شکل د قوو تر اغیزې لاندې د یوه جامد جسم د ابعادو د بدلون دري مختلفې طریقې یا ډولونه ښیي. په (۵– ۴ الف) شکل کې استوانه کش شوې ده په (۵– ۴ ب) شکل کې استوانه د هغې قوې د عمل له کبله چې د هغې په محور باندې عموده ده تغییر

شکل کړي دي. په (۵– ۴ ج) شکل کې یو جامد جسم (مکعب) په مایع کې قرار لري او له هرې خوا د مایع د فشار قوه په هغه باندې عمل کوي. کوم شی چې په دی درې ډوله تغییر شکل کې ونډه لري او یا شریک دي هغه تنش (Streen) یا د تغییر شکل عامله قوه په واحده سطحه دي چې کشش (Strain) یا واحد تغییر شکل $\frac{\Delta L}{L}$ رامنځ ته کوي یا یې ایجادوي. تنش او کشش دواړه معرفي کوو.

تنش ــ دا کمیت د میخانیکي شدت یا (Mechanical Stress) په نوم یادیږي. میخانیکي شدت یو فزیکي کمیت دي چې په عددي توګه د تغییر شکل د عاملې قوې او د جسم د واحدی سطحې له نسبت سره مساوي دي، یعنی:

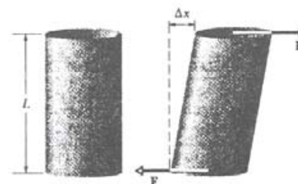
$$\sigma = \frac{F}{A} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۵- ۱۰)$$

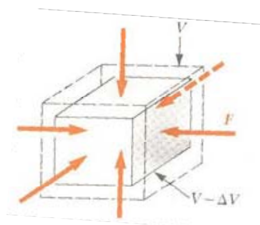
په بل عبارت میخانیکي فشار یا تنش د کش کولو، تراکم او تاوولو په رامنځ ته کولو کې د قوې د وړتیا د میزان معرفي کونکې دي.

کشش د یوه جسم د نسبي کش کولو، تراکم او تاوولو د میزان معرفي کونکې دي.









(الف) (ب) (ج)

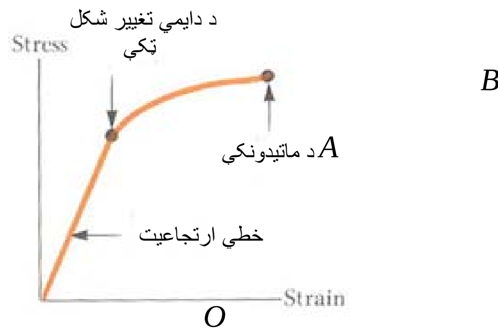
(۵- ۴) شکل

(۵– ۴ الف) شکل کششي تنش، (۵– ۴ ب) شکل برشي تنش او (۵– ۴ ج) شکل هایدرولیکي تنش دي. د (۵– ۴) شکل پورته درې واړه حالتونه د (Stress) فشار

راوړل او (Strain) کشش مختلف ډولونه دي، خو (Stress) او (Strain) یو د بل سره متناسب دي، او د تناسب ثابت د ارتجاعیت د مودلس په نوم یادیږي، یعنې:

$$Stress = Elastic\ Modulus \times Strain \quad (٥-١١)$$

(٥- ٦) شکل د فشار او کشش ترمنځ اړیکه بیانوي.



(٥- ۶) شکل

له (٥- ٦) شکل نه معلومیږي چې د کوچنیو کششونو لپاره د فشار او کشش ترمنځ اړیکه خطي ده، یعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې فشار د کشش سره متناسب دي. په دی ټوټه خط یعنی د O له نقطې نه د A تر نقطې پورې لیدل کیږي چې که چیرې فشار بیرته صفر کړو کشش هم صفر کیږي، نو له دی کبله د جسم کشش ارتجاعي دي او ویل کیږي چې جسم د ارتجاعیت خاصیت لري (د هوک قانون). که چیرې فشار د A له نقطې نه زیات کړو جسم دایمي تغییر شکل کوي او که فشار نور هم زیات کړو او د B نقطې ته ورسیږو، نو په دی صورت کې جسم ماتیږي یا ټوټه کیږي.

۵– ۵: کشش او تراکم

د ساده کشش يا تراکم لپاره فشار (Stress) د $\frac{F}{A}$ په ډول تعريفيږئ. يعنی قوه تقسيم په هغه سطحه چې قوه وربانديې عمل کوي قوه لکه څرنګه چې په (۵– ۵) شکل کې ليدل کيږي په سطحه بانديې عموده ده. له دی کبله کشش يا واحد تغيير شکل له واحد پرته د $\frac{\Delta L}{L}$ يو کميت دي. که چيرې يوه اوږده ميله په پام کې ونيسو او فشار په (۵– ٦) شکل کې د A له نقطې نه تيرۍ ونکړي هغه وخت که چيرې فشار اعمال شي نه يوازې ټوله ميله، بلکې د ميلې هره برخه يو شان کشش زغمئ، څرنګه چې کشش واحد نه لري په (۵– ۱۱) رابطه کې د ارتجاعيت مودل د فشار په شان واحد لري، يعنی قوه پر سطحه.
د (۵– ۱۲) معادله په لاندې ډول ليکلې شو چې:

$$\frac{F}{A} = E\frac{\Delta L}{L} \quad \text{.............................} (۵- ۱۲)$$

په (۵– ۲) جدول کې د ځينو موادو د ارتجاعيت مودلس يا ديانګ مودلس او کثافت وړکرل شوې دي:

(۵– ۲) جدول د ځينو موادو کثافت او ديانګ مودلس

ماده	کثافت ρ (kg/m^3)	د يانګ مودل E $\left(10^9 N/m^2\right)$
پولاد	7860	200
المونيم	2710	70
شيشه	2190	65
کانکريت	2320	30
لرګی	525	13
هډوکی	1900	29

۵– ٦: بياتي کول (برش) Shear

د بياتي کيدو په حالت کې هم فشار، قوه پر واحد سطح باندې دي، خو دقوې وکتور ددی پر ځای چې په سطحه عمود وي د سطحې په مخ قرار لري. کشش د $\frac{\Delta x}{L}$ له واحد پرته نسبت دي چې د (۵– ۵ ب) شکل سره سم تعريف شوې دي. د بياتي کولو يا برش لپاره د (۸– ۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کيږي.

$$\frac{F}{A}=G\frac{\Delta L}{L}\;..........................(۵- ۱۳)$$

په (۵– ۱۳) رابطه کې G د بياتی کيدو يا برش مودل(Shear Modulus) دي.
بياتي کونکې کششونه د هډوکو په ماتيدو کې خورا مهم رول لري.

۵– ۷: هيدروليکي فشار (Streen)

په (۵– ٦ ج) شکل کې فشار په جامد جسم باندې د مايع له خوا د P وارد فشار دي او دمايعاتو له مبحث نه پوهيږو چې فشار عبارت له قوه په واحد سطحه باندې دي. کشش (Strain) $\frac{\Delta V}{V}$ دي، چې V د جسم اصلي حجم او ΔV د حجم د بدلون مطلقه کچه ده. د هيدروليکي فشار مودل د B په توري ښودل کيږي او د موادو د تراکمي مودل په نوم ياديږئ. په دی حالت کې ويل کيږي چې جسم د هيدروليکي تراکم لاندې دي او فشار يې د هيدروليکي تنش په نوم ياديږي. د هيدروليکي فشار يا تنش لپاره (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول ليکل کيږي.

$$P=B\frac{\Delta V}{V}\;..........................(۵- ۱۴)$$

په (۵– ۱۴) معادله کې B د بلک مودلس (Bulk Modulus) دی.
د اوبو تراکمي مودلس، يعنی B، $2,2\cdot10^{9}\,N/m^{2}$ او د پولادو $16\cdot10^{10}\,N/m^{2}$ دي.
د آرام سمندر په تل کې چې منځنۍ ژوروالې يې $4000m$ دي فشار مساوي $4,0\cdot10^{7}\,N/m^{2}$ دي. په دی فشار کې د اوبو حجم نسبي تراکم $\frac{\Delta V}{V}$ مساوي 1,8%

دي، چې د پولادو لپاره يوازې $0,025\%$ دي. په عمومي توګه سخت يا جامد اجسام د مايعاتو په پرتله کم تراکم منونکې دئ.

(۵– ۱) مثال: د $102kg$ يو بار د يوه سيم په واسطه چې طول يې $2m$ او د مقطع مساحت يې $0,1cm^2$ دي کشکول کيږي. نوموړي سيم د $0,22cm$ په اندازه له خپل لومړنی طول نه اوږديږي. ددی سيم انبساطي فشار، انبساطئ کشش او دیانګ مودلس پيدا کړي؟

حل:

$$\frac{F}{A}=\frac{mg}{A}=\frac{(102kg)(9,8\,{}^{m}/_{\sec^2})}{0,1\cdot 10^{-4}m^2}=1,0\cdot 10^{8}\,{}^{N}/_{m^2}$$

$$\frac{\Delta L}{L_0}=\frac{0,22\cdot 10^{-2}m}{2m}=0,11\cdot 10^{-2}$$

$$E=\frac{F/A}{\Delta L/L_0}=\frac{1,0\cdot 10^{8}\,N/m^2}{0,11\cdot 10^{-2}}=9,1\cdot 10^{10}\,N/m^2$$

(۵– ۲) مثال: يوه پولادي ميله چې شعاع يې $9,5mm$ او طول يې $81cm$ دي د $6,2\cdot 10^{4}N$ قوې په واسطه په خپل امتداد کشکول کيږي

الف) په ميله باندې وارد شوې فشار (تنش) پيدا کړي

ب) د ميلې د طول زياتوالې او کشش پيدا کړي.

حل:
$$\frac{F}{A}=\frac{F}{\pi R^2}=\frac{6,2\cdot 10^{4}N}{\pi(9,5\cdot 10^{-3}m)^2}=2,2\cdot 10^{8}\,N/m^2$$

ب) د پولاد لپاره $E=2\cdot 10^{11}\,N/m^2$ دي

$$\Delta L=\frac{(F/A)L}{E}=\frac{(2,2\cdot 10^{8}\,N/m^2)(0,8m)}{2\cdot 10^{11}\,N/m^2}$$

$$=8,9\cdot 10^{-4}m=0,89mm$$

$$\frac{\Delta L}{L}=\frac{8,9\cdot 10^{-4}m}{0,81m}=1,1\cdot 10^{-3}=0,11\%$$

۵– ۸: د فصل لنډیز

- د هوک قانون عبارت دي له:

$$F = -k\Delta x \;.........................(۵– ۱۵)$$

- کله چې اجسام د هغو قوو تر اغیزې لاندې راځي چې په هغو واردیږي د ارتجاعیت د تګ لارې یا د شکل د بدلون د بیان لپاره د ارتجاعیت درې مودولونه کارول کیږي Stress (د طول د بدلون یا تغییر فیصدي). د هوک قانون بیانوي چې په ارتجاعي تغییر شکل کې Stress له Strain سره متناسب دي، یعنی

$$\text{د ارتجاعیت مودلس} = \frac{Streen}{\text{Strain}} \;...............(۵– ۱۶)$$

- کله چې یو جسم د کشش یا تراکم لاندې راځي (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږئ:

$$\frac{F}{A} = E\frac{\Delta L}{L} \;.........................(۵– ۱۷)$$

په پورتنی رابطه کې $\frac{\Delta L}{L}$ د جسم *Strain* ، F وارده قوه چې د جسم د *Strain* لامل ګرځي، A مقطع چې د (۵– ۴) شکل سره سم د F قوه په هغې عمود واردیږئ او E د جسم دیانګ مودولس دي. *Stress* مساوي دي په $\frac{F}{A}$.

- کله چې یو جسم د بیاتي کونکې یا برشي *Stress* لاندې راشي (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږي:

$$\frac{F}{A} = G\frac{\Delta x}{L} \;.........................(۵– ۱۸)$$

په پورتنی رابطه کې $\frac{\Delta x}{L}$ د جسم *Strain* ، Δx د (۵– ۴ ب) شکل سره سم د F د وارده قوې په جهت د جسم د یوه انجام تغییر مکان او G د جسم برشي مودولس دي. *Stress* مساوي دی په $\frac{F}{A}$.

- کله چې یو جسم د هغه *Stress* له امله چې یوه سیال احاطه کړې دی د هایدرولیکي تراکم لاندې راشي (۵– ۱۱) معادله په لاندې ډول لیکل کیږي.

$$P = B\frac{\Delta V}{V} \quad \text{..........................(۵ - ۱۹)}$$

په پورتنۍ رابطه کې P فشار (هايدروليکي Stress) کوم چې په جسم باندې د سيال له طرفه وارديږي، $\frac{\Delta V}{V}$ ، Strain د نومورى فشار له امله د جسم د حجم د بدلون مطلقه اندازه او B د جسم بلک مودلس دي.

د پنځم فصل سوالونه

1. د $5KN$ يو بار د يوې ميلې په يوه سر پورې چې قطر يې $28mm$ دي ځړيږي په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) پيدا کړي؟ ځواب: ($8,1MP_a$)

2. په کوم حالت کې يوه ټاکلې خښته پخپله لاندينۍ خښته زيات فشار واردوي کله چې د اخښته په ولاړې کيښودل شي يا په لماستې؟ ځواب (په ولاړې)

3. يو سيم چې اوږدوالي يې $5,4m$ دي د يوه وزن د اغيزې لاندې $2,7mm$ اوږد شو. د سيم نسبي اوږدوالي پيدا کړي؟ ځواب ($5,0\cdot10^{-4}$)

4. د يوې ميلې مطلق او نسبي د طول زياتوالي يا اوږديدنه په ترتيب $1mm$ او $0,1\%$ دي. د ميلې طول له تغيير شکل نه مخکې څومره وه؟ ځواب ($1m$)

5. د يوې پولادی ميلې پورتنۍ سرمحکم او په کښتنی سر کې يې د $20KN$ وزن ځړيږي. د ميلې طول $5m$او د مقطع مساحت يې $4cm^2$ دي. په ميله کې ميخانيکي فشار (Stress) او د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړي که چيرې د ميلې د موادو د ارتجاعيت مودل $20\cdot10^{10}Pa$ وي؟

ځوابونه ($2.5\cdot10^{-4}$ ،$1.25mm$ ،$5\cdot10^{7}Pa$)

6. د يوې پولادي ميلې قطر بايد څومره وي تر څو د $25KN$ وزن له اغيزې لاندې د هغې ميخانيکي فشار مساوي $60MP_0$ شي. همدارنګه که چيرې د ميلې لومړنی طول $200cm$ وي د هغې مطلق او نسبي اوږديدنه پيدا کړي؟

ځوابونه: (الف $6.27mm$ ، ب $0,60mm$)

7. د لرګی سټه (کنده) چې لوړوالي يې $3m$ او پنډوالې يا د مقطع مساحت يې $300cm^2$ دي که چيرې د ارتجاعيت ضريب $10\cdot10^3MPa$ وي د $500KN$ قوې تر اغيزې لاندې د کندې مطلق تراکم پيدا کړي؟ ځواب: (5mm)

8. د يوه مسي سيم سره چې د مقطع مساحت يې $0,5mm^2$ دي څه واقع کيږي که چيرې د هغه له آزاد انجام نه د $1kg$، $2kg$ ، $5kg$ او $10kg$ کتلو لرونکي اجسام وځړول شي؟ځواب: (په څلورو اړو حالتونو کې سيم حرکت کوي اوږديږي.)

شپږم فصل

د سیالو اجسامو میخانیک

سریزه: معمولاً اوبلن اجسام او غازونه د سیالو اجسامو Fluid تر عنوان لاندی څیړل کیږی او په دوو برخو ویشل شوې دي .

الف) اوبلن اجسام، هغه اجساموته ویل کیږي چه د مالیکولو ترمینځ فاصله ئی نظر جامدو اجسامونه زیاته او نسبت غازونوته کمه وي. د اوبلنو اجسامو مالیکولونه د جامدو اجسامو پرخلاف ازادانه حرکت کولاي شي. په هر ظرف کي چه و اچوال شي دهم هغه ظرف شکل نیسي څرنګه چه مایع اجسام خورا زیات دي، نو د کثافت په وسیله د یوبل څیني پخپلو فزیکي خواصو کي توپیر کیږی .

ب) غازونه هغه اجساموته ویل کیږي، چې د مالیکولو ترمنیځ فاصله ئي نسبت مایعاتو ته خورا زیاته ده. د غازونو مالیکولونه په فضا کي ازادانه حرکت کولاي شي. د غازونو مالیکولونه په یو جسم کي ټوله فضا نیسي غازونه هم ډول ډول فزیکی خاصیتونه لري. چه د هغي په ذریعه د یو بل څخه جلا کیږي.

غازونه او مایعات « سیالونه» په ډیرو کمو حالاتو کي د یوبل څخه توپیر لري.

د غازونو او مایعاتو حالتونه، د تودوخي درجي، حجم، فشار، سطحي کشش، لزوجیت، کثافت او داسي نورو فزیکي خصوصیاتو پورې اړوند دي. د میخانک له نقطه نظره، ټول سیال اجسام، په کینماتیکی، دینامیکی او ستاتیکی پدیدوکي څیړل کیږي.

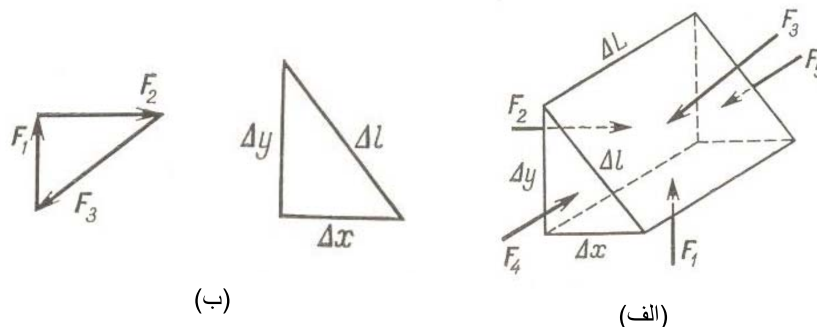
٦– ١: د سیالو اجسامو ستاتیکي حالت Fluid Statics

که جهان ته په ژوره توګه و ګورو، نو مطلق خلا په طبیعي حالت کي موجود کیداي نشي، نو ټول اجسام، په سیالو محیطوکې غوټې وهي په دي اړوند په علمي او معمولي ژوندکي د سیالو فزیکي آغیزي د پام وړدي.

په سیال کي غوپه شوي هر جسم باندي د سیال جانبي آغیزي څرګندي دي . که چیري داسي یو جسم په پام کي ونیسو چه په میخانکي سیال کي غوپه شوي وي که سیال د بهیدو

په حالت کي نه وي، نو د غوټه شوې جسم په خارجي سطح باندي د سیال لخوا مساوي قوي واردیږي. باید زیاته شي چه سیال باید متجانس ترکیب ولري.ددې موضوع په اړوند یوه عالم د پاسکال (Pascal) په نامه څیړني کړي او دائي ثابته کړي چه د یو غو په شوي جسم په خارجي سطحه باندي د سیال لخوا مساوی قوي عمل کوی، په دی شرط چه داخلی قوي موجودی نه وی، په داسی حالت کي جسم په سیال کي د تعادل حالت اختیار وي. مونږ دغه موضوع په سیال کي غو په شوي یو جسم باندي د شکل مطابق څیړو.

په شکل کي د وکتورونو جهت په جسم باندي د عاملې قوي لوري (جهت) ښیي.



(۶- ۱) شکل

د تعادل حالت د نوموړی منشور ډوله جسم لپاره هغه وخت شوني دي چه په جسم باندي د سیال لخوا د وارد شویو قوو محصله صفر وی. یعنی:

$$F_1+F_2+F_3+F_4+F_5=0 \qquad (١ -٦)$$

پورتني رابطه په لاندینیو دوو معادلو باندي ویشو او داسي ئي لیکلو $F_4 + F_5 = 0$

همدار نگه د شکل مطابق $F_1 + F_2 + F_3 = 0$ د بلي خوا د (١-٦ ب) شکل مطابق د دوو مثلثونو د مشابهت څخه لیکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta X}=\frac{F_2}{\Delta Y}=\frac{F_3}{\Delta L}$$

که چیري وروستي رابطه په $\frac{1}{\Delta L}$ باندي ضرب کړو، نولیکلي شو چې:

$$\frac{F_1}{\Delta x.\Delta L}=\frac{F_2}{\Delta y.\Delta L}=\frac{F_3}{\Delta L.\Delta L}$$

د وروستي رابطي څخه ښکاري چه:

$$\Delta x.\Delta L = S_1$$
$$\Delta y.\Delta L = S_2$$
$$\Delta L.\Delta L = S_3$$

که چيري دا قيمتونه په پورتنۍ معادله کي وضع کړو. په پايلي کي لروچې:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_3}{S_3} = const \qquad (٦- ٢)$$

څرنگه چې فشار د قوي او هغي سطحي له نسبت څخه چه قوه پرې عموداً عمل کوي عبارت دي، نو ليکلې شو چې:

$$P_1 = P_2 = P_3 = const \qquad (٦- ٣)$$

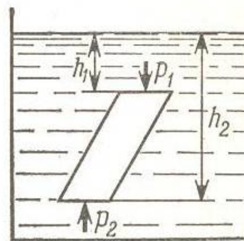
وروستي رابطه د پاسکال قانون بيانوي او هغه دادي. په ولاړ او متعادل سيال کي د واقع جسم په ټولو سطحو باندې يو شان او مساوی فشار عمل کوي.

٦- ٢: د سيال فشار Fluid Pressure

پورتني مثال په جسم باندې د ثقل د قوې په نشتوالې (غياب) کې د سيال فشار ښيي. اوس د (٦- ٢) شکل سره سم د ثقل د قوې په شتون کې په سيال کې په غوپه شوې جسم باندې وارد فشار ترڅيرنې لاندې نيسو. په دې حالت کې په جسم باندې محصله فشار عبارت دی له:

پورتني مثال په سيال باندې د ثقل د قوي په نشتو الي (غياب) کي په پام کي نيول شويدي.

$$P_2 - P_1$$



(۶- ۲) شکل

د ثقل د قوي يا وزن لاندې د نيوټن دوم قانون عبارت دي له (٦– ۴)........ $P = m.g$

د بلې خوا (٦– ۵).............. $\rho = \frac{m}{v}$ او يا هم $m = \rho.v$ دلته ρ كثافت v حجم، m كتله، g د ځمكې ثقل تعجيل او p د ثقل قوې لاندې د جسم وزن دي.

كه دغه قيمتونه د فشار په رابطه كې وضع كړو:

$$P = \frac{P}{A}$$

$$p = \frac{\rho v g}{A}$$

A مساحت او P فشار دي:

څرنګه چې $v = A.h$ دي نو له دې كبله ليكلې شو چې:

$$p = \frac{\rho.A.h.g}{A}$$

$$p = \rho g h \qquad (٦– ٦)$$

كه دغه رابطه د شكل سره پرتله كړونو ليكلي شو.

$$p_2 - p_1 = \rho g h_2 - h_1.\rho g$$

كه چيرى د جسم پاسنۍ برخه په سيال كې ډوبه نه وي نو $h_1 = o$ او پدې حالت كې $p_1 = o$ كيږي ليكن:

د اتموسفير فشار د p_1 په عوض موجود دي او هغه ته p_0 وايو. نو په دې حالت كې كه $p_2 = p$ فرض كړو. نو ليكلي شو چې $p - p_0 = \rho g h$ طبعي خبره ده چه $\rho g h_2 = \rho g h_1$ كيږي.

$$p - p_0 = \rho g h$$

$$p = p_0 + \rho g h$$

وروستى رابطه د پاسكال د فورمول تطبيق په يوه نقطه كې ښيي. كه چيري نوموړې رابطه په نورو ټكو باندې تطبيق كړو، نوعين نتيجه ترې لاسته راځي هغه فشار چه د سيال په عمق كې عمل كوي هايدروستاتيكى فشار بلل كيږي.

هایدروستاتیکي فشار هغه وخت په پام کي نیول کیږي، چه نوموړي فشار د ظرف او یا سیال په ژوروالي او جدارونو باندي د محاسبي لاندي نیول کیږي. په دي حالت کي د U ډوله. ظرف په استعمالیدو سره د سیال د تعادل د حالت څخه ګټه پورته کیږي.

په لاندي کښي دغه موضوع په یو U ډوله ظرف کي د مثال په توګه د مطالعي لاندي نیسو.

مثال :

دوه متقاوت سیال اجسام ، چه کثافتونه ئي یو شان نه دي په یوه U ډوله ظرف کي داسي اچو چه د دواړو سیالو جسمونو ترمنځ تعادل د یو متحرک پستون B پوسیله سره برابر کیږي. فرضاً د سیالونو کثافات په ترتیب ρ_1 او ρ_2 وي. د تعادل په صورت کي چه د B متحرک پستون په وسیله برقراریږي لیکلي شو.

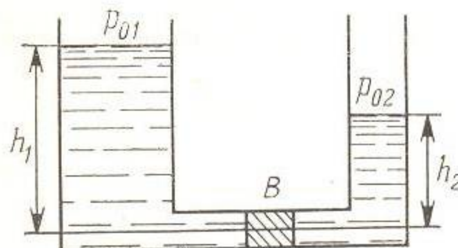
$$p_{01} + \rho_1 g h_1 = p_{02} + \rho_2 g h_2$$

که د U ډوله ظرف سرخلاص وي $p_{01} = p_{02}$ کیږي.

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1} \qquad (٦- ٨)$$



(۶- ۳) شکل

په پرانیستی U ډوله ظرف کي د مختلفو اوبلنو اجسام د لوړوالي نسبت د هغوي د کثافت د نسبت سره معکوس تړا ولري.

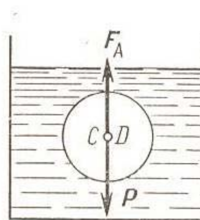
که چیري د دواړو اوبلنو جسمونو کثافات سره مساوي وي، نو د اوبلنو اجسامو لوړ والي هم مساوي دي. یعني د $\rho_1 = \rho_2$ په صورت کي $h_1 = h_2$ کیږي.

٦– ٣: د ارشمیدس قانون Archimedes Law

روایت دي چې په پخوانۍ یونان کې، یو پاچا د خالصو سرو زرو څخه د ځان لپاره د زرگر په وسیله یو ښکلي تاج جوړکړ، کله چه تاج حاضر کړاي شو، پاچا ته شک پیدا شو چه گوندي د تاج طلا خالصه نده، غوښتل ئي چه موضوع معلومه کړي، عالمان او بزرگان ئي راو غوښتل او ورته وي ویل، تاسي څنگه کولاي شي چه ځمادي شک ته صحیح او باوري ځواب وواياست، عالمان په فکر کي ډوب شول یو ددغه عالمانو څخه ارشمیدس Archimedes وه شپه او ورځ ئي فکر کولو. ترڅو یوه ورځ حمام ته ولاړ کله ئي چه د اوبو څخه ډک جام د اوبو له منځه راوکیش نو احساس یي کړه چې د اوبو ډک جام د اوبو په منیځ کې نظرو باندي حالت ته سپک دي. په حمام کي چیغي کړي و مي موند د پاچا ځواب مي وموند. کورته راغي او یو څو تکراري تجربي ئي وکړي. او په دي بریالي شو چې عملاً ثابته کړي په هر جامد جسم چه په اوبو کي غوپه کړاي شي، نو د خپل حجم په اندازه اوبه د خپله ځایه بي ځاي کوي. او ددغه اوبو وزن چه د جسم هم حجمه دي. په اوبو کي د غو په شوي جسم وزن نظرو عادي حالت ته د اوبو څخه د باندي سپک ښيي.

ارشمیدس د نوموړي تاج او خالصو طلاو د تاج برابر بي ځاي شوي او به سره پرتله کړي او دي نتیجي ته ورسید، چه په دي طریقي کیداي شي د نوموړي پاچا شک لرې کړي.

د بلي خوا څخه کله چه په اوبوکي غو په شوي جسم د اوبو څخه راویستل شی، نو په لوښي باندي د ښکته خوا څخه د جسم د ثقل قوي یعني وزن مخالف د اوبو لخوا قوه عمل کوي، چه د نوموړي جسم وزن د بیځایه شو اوبو د وزن معادل دي. دی قوي ته د ارشمیدس قوه وایي د شکل مطابق د ارشمیدس F_A قوه د لاندیني رابطي په ذریعه محاسبه کیږي:



(۶- ۴) شکل

$$F_A = S_{lq} g . v_b \qquad (٦- ٩)$$

په وروستۍ رابطه کي F_A د ارشميدس قوه، ρ_{lq} د مايع يا اوبلن جسم کثافت دي. g د ځمکې تعجيل او v_b د غوپه شوې جسم حجم دي. که چيرې د جسم وزن د هغه د هم حجمه اوبو پر وزن باندي تقسيم کړو، نو د نوموړي جسم مخصوصه وزن تري لاسته راځي.

که چيري $F_A = p$ وي، نو پدي حالت کي جسم د اوبو په منځ کي د تعادل په حالت کي دي.

که چيرې $F_A < p$ وي نو غوپه شوې جسم د لوښې په تل کې کښيني.

که چيري $F_A > p$ وي، نوپدې حالت کي د جسم يوه برخه د اوبو سرته راخيژي.

په دغه درې واړو حالاتو کي د سيال کثافت ډير مهم دي، داځکه چه د ارشميدس قوه د سيال د کثافت سره په مستقيمه توګه تړا ولري.

د تعادل په حالت کي د ارشميدس قوه او جسم د ثقل د قوي د عمل نقطې پر يو بل منطبقي دي. په داسي حال کي چه د نورو دواړو حالتونو په صورت کي دواړه قوي سره انطبول ندي.

٦- ۴: د اجسامو کثافت Density

د هر جسم کتله چه د جسم په واحد حجم کي راټوله شوي ده، د نوموړي جسم د کثافت په نوم ياديږي. او د هغه رياضيکي بڼه داسي ده چې، $\rho = \frac{m}{v}$ که کتله په gr او يا kg اندازه شي، او د نوموړې جسم حجم په cm^3 او يا m^3 اندازه کړاي شي، نو د کثافت واحد د $\frac{gr}{cm^3}$ او يا $\frac{kg}{m^3}$ څخني عبارت دي. د کثافت موضوع په تخنيک کې ډيره با ارزښته ده. همدارنګه په علمي څيړنو کې د اجسامو سوچه والې يا خالص توب د کثافت سره نيغ په نيغه تړاولري.

د جامدو اجسامو د کثافت اندازه کول کوم ګران کار نه دي. همدارنګه اوبلن مواد هم د کثافت د اندازه کولو خپل ځانګړې میتودونه لري، چه په مخکنیو درسونو کې څیړل شویدي. همدار نګه ګازونه د خپلو فزیکي خصوصیاتو په نظر کي نیولو سره د کثافت د معلومولو ځانګړي خصوصیت لري.

٦– ١مثال: د غوړيو کثافت $0/91\ gr/cm^3$ دي، د دي غوړيو د 2/5 ليترو کتله پيدا کړي؟

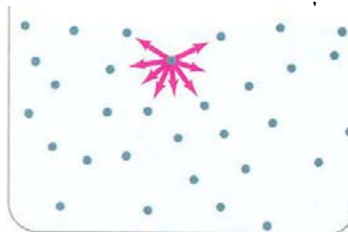
حل: پوهيږ وچې $1L = 1000cm^3$دي،نوځکه لروچې

$$m = p \cdot v = \left(0.91\, {}^{g}/_{cm^3}\right)(2500cm^3) = 2275g = 2,275kg$$

٦– ٥: سطحي کشش Surface Tension

د نړیوال نظم د برقراري قانون مندي خورا ډيري او د يو بل څخه متفاوتي دي. کله انسان ته يو حقيقت ډير ساده او معمولي بريښي، ليکن کله چه ښه ورته ځیرشي بیاهلته پوهیږي، چه دلته يو جهان او يوه نړي معلومات خوندي دي.

د سطحي کشش پديده، چه په سيالو اجسامو (مايع او ګازونه) عمل کوي، ظاهراً ډيره بسيطه ښکاري، خو کله چه عاملي او په پروسه کي داخله قوي او د محيط جوړښت په پام کي ونيول شي، نو داتري څرګنديږي چه يوه پيچلې قانون مندي عمل کوي. ليدلي به مووي کله چه د مايع د سطحي پر سر د يو کاغذ ټوټي داسي ولګو، چه په مايع کې ډوبه نه شي او بيا په ډير احتياط سره هغه د مايع د سطحي څخه



(۶- ۵) شکل

پورته کړوتر هغه وخته پوري چه د مایع سره د کاغذ ارتباطونه شليږي، په دي حالت کي د سیال د سطحي د مالیکولونو لخوا په کاغذ باندي قوه واردیږي، چه د سیال د سطحي کشش د قوي په نامه یادیږي. د یو سیال سطحي کشش د لاندیني فورمول په ذریعه لاسته راځي. $\gamma = \frac{F}{d}$

F هغه قوه ده چه د سیال د سطحي د مالیکولونو لخوا د یو جسم په هغه نقطه باندي واردیږي چه د سیال سره په تماس کي ده د سیال د سطحي کشش د اندازه کولو واحد د N/m څخه عبارت دي، اما معمولاً په dyn/cm سره اندازه کیږي په لاندیني جدول کي د سطحي کشش ځیني تجربي قیمتونه لیکل شویدي .

(٦– ١) جدول د سطحي کشش ضریبونه

سطحي کشش په dyne / cm باندي	د تودوخي درجه د سانتي ګراد په درجي	هغه سیال چه د هوا سره په تماس کي دي
28.9	20	بنزین
26.8	20	کاربن تترا کلوراید
22.3	20	اتیانول
63.1	20	ګلیسیرین
456.0	20	پاره
32.0	20	د زیتون غوړي
25.0	20	د صابون اوبه
75.6	0	اوبه
72.8	20	اوبه
66.2	60	اوبه
58.9	100	اوبه
15.7	−193	اکسیجن
5.15	−247	نیون
0.12	−269	هلیوم

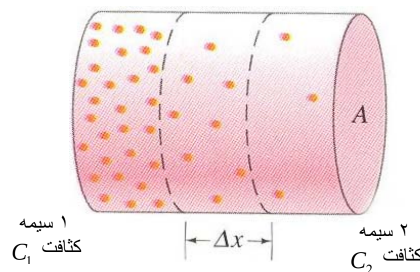
د عادي سيال لپاره لکه اوبه د تودوخي د درجي په کميدو سره سطحي کشش زياتيږي. معمولاً د تودوخي درجه د يو جسم د ماليکولونو د حرکت پوري تړاولري . هر څومره چه د تودوخي درجه زياتيږي په هم هغه اندازه د جسم يا سيال ماليکولونه تيزه منډه وهي. په دي صورت کې د ماليکولونو ترمنځ متقابل عمل د هغوي په حرکت کمه اغيزه واردوي، چه په نتيجه کي سطحي کشش هم کميږي. کله چه کالي پريمينځل کيږي، بايد اوبه په ډير قوت سره هغه کوچينو سوريو ترميځ چه د ټوکر د موادو د ليافو په منيځ کي دي ورننوځي.

٦– ٦: ديفوژن Diffusion

دوه يو بل سره په تماس کي مايع يو د بل په منځ کې نفوذ کوي ترڅو په بشپړه توګه يو د بل سره ګډی شي. يوازي هغه مايع ګانې چې يو پربل کې د انحلال وړنه وي (لکه اوبه په کوچوکي) يو د بل په منځ کي نفوذ نه کوی. د بيلګې په توګه که چيري د يوه پايپ يا نل په واسطه د اوبو د لوښي په قاعده کې د مسود زمچ محلول ($C_4SO_45H_2O$) توې کړو، نو په لومړي سرکې د دی دوو مايع ګانو ترمنځ واضح او څرګنده پوله يا سرحد په تدريجی توګه له منځه ځي او يو له بل سره ګډيږي. له څو مياشتو وروسته دوی په بشپړه توګه يو له بل سره ګډيږي. د دوو مايع دا ډول ګډيدوته ديفوژن وايی. ديفوژن په ګازونو کې هم واقع کيږی مثلاً دوګ (لوګی) په هوا کې نفوذ کوي او په تدريجي توګه په بشپړه توګه په هوا کې ګډيږي. ديفوژن د ماليکولونو په کثافت او يا په واحد حجم کې د ماليکولونو يا مولونو په شمير پوری اړه لري . په عمومي ډول نفوذ کونکي جسم له هغې سيمې څخه چې کثافت زيات دی د هغې سيمې په خوا حرکت کوی چې کثافت کم وی.

د يفوژن د ماليکولونو د حرکي تيوری او نابيره حرکت په مرسته په اسانی سره توضيح او بيانيږئ. د ديفوژن د توضيح لپاره داسی يو تيوب په پام کې نيسو چې د مقطع مساحت يې A، په کيڼ انجام کې يې د ماليکولونو کثافت زيات او په ښی انجام کې يې د ماليکولونو کثافت کم دی (٦–٦) شکل که چيری نوموړي تيوب له اوبو څخه ډک وي او په هغه کې د ديګ د رنګ يو څاڅکی واچو د ديګ رنګ په تدريجی توګه په اوبو کې نفوذ کوی

فرض کړی چې مالیکولونه په نامنظم یا نابیره حرکت کې دی د مالیکولونو خالص جریان په تیوب کې له کیڼې خوا ښۍ خوا ته دی.



(۶- ۶) شکل

په تیوب کې د Δx په طول یوه کوچنی مقطع په پام کې نسیو. مالیکولونه د نابیره حرکت په ترځ کې د 1 او 2 دواړه سیمو څخه نوموړی مرکزی مقطع ته داخلیږی. څرنګه چې د مالیکولونو کثافت په 1 سیمه کې زیات دی له دی کبله له دې سیمې څخه زیات مالیکولونه مرکزی مقطع ته ننوزی په پایله کې د مالیکولونو خالص جریان له کیڼې خوا ښۍ خواته دی، یعني د لوړ یا زیات کثافت څخه د ټیټ یا کم کثافت خواته. د مالیکولونو جریان هغه وخت ودریږی کله چې کثافت په ټولو سیمو کې یو شان شی.

د مایعاتو د دیفوژن پروسه د (Fick) د قانون په مرسته بیانیږی. نوموړی په تجربی توګه وټاکل چې د دیفوژن قیمت J په مستقیمه توګه په واحد فاصله کې د کثافتونو له بدلون $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ او د مقطع له مساحت A سره متناسب دی. $\frac{C_1 - C_2}{\Delta x}$ د کثافت ګرادینت په نوم یادیږی.

$$J = DA\frac{C_1 - C_2}{\Delta x} \qquad (\text{۶} - \text{۱۰})$$

(۶- ۱۰) د دیفوژن معادله ده. D د تناسب ضریب او د دیفوژن د ثابت په نوم یادیږی.

(۶- ۱۰) رابطه د دیفوژن د معادلې یا د (Fick)د قانون په نوم یادیږی. که چیری کثافت په mol/m^3 سره وښیو، په دی حالت کې J د هغو مولونو شمیر دی چې په یوه ثانیه

کې له راکړل شوی نقطې څخه تيرېږئ، که چيرې کثافت په kg/m^3 سره اندازه شي، په دی صورت کې J په يوه ثانيه کې ليږدول شوی کتله ده $(kg/\sec)$.

ديفوژن په جامدو اجسامو کې هم ليدل کيږئ خو ډير ورو اوبطی تر سره کيږی د جامدو اجسامو د ديفوژن ضريب د مايعاتو د ديفوژن له ضريب څخه ډير کوچنی دی. د ديفوژن پديده په طبيعت او تخنيک کې مهم او ارزښتناک رول لری، د بيلګې په توګه د نباتاتو تغديه د ديفوژن د عمليې پر بنسټ صورت نيسي.

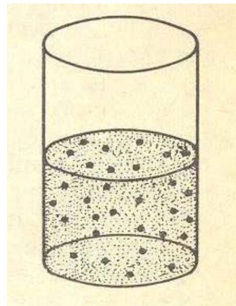
٦– ٧: د اوسموس عمليه Osmosis

کله چه يو کلک جسم په اوبلن جسم کی حل کيږی، د نوموړی جسم ماليکولونه د اوبلن جسم په ټول حجم کی په مساويانه توګه تقسيم کيږی، او حاصل شوی ترکيب ته محلول وئيل کيږی. هغه اوبلن جسم چه جامد جسم پکښی حل کيږی د محلل (Solvent) په نوم يادېږی، يعنی د کلک جسم حل کوونکی او کلک جسم ته چه حل کيږی حل کيدونکی جسم يا منحله جسم (Soluble) وايي.

که چيري د حل کيدونکي جسم کتله m د v محلل په واحد حجم کی حل کړو په نتيجه کی د محلول غلظت چه په C سره ښودل کيږی لاسته راځی.

$$C = \frac{m}{v} \qquad (٦- ١١)$$

که چيری د يو محلول غلظت کم وی، نو داسی محلول کمزوری محلول بلل کيږی.



(۶- ۷) شکل

کمزوری محلول په یوه ظرف کې د شکل مطابق په نظر کې نیسو د حل شوی مادې مالیکولونه په نومورې ظرف کې په ټکو سره بنودل شویدی دلته د محلل مالیکولونه د حل شوی جسم په مقایسه ډیر کوچنی په نظر کې نیسو. په دی لحاظ د دوی د مالیکونو ترمنځ د عمل قوه وجود نلری. په دی لحاظ په ضعیف محلل کی د حل شوی جسم مالیکولونه د خیالی گاز حالت را په گوته کوی، په دی توپیر چه په مایع کی د حل شوي جسم مالیکولونه لکه د گاز په شان آزادانه حرکت نشی کولای. دغه تشابه مونږ دی نتیجی ته رسوی چه په حل شوی جسم باندی د خیالي گازونو قوانین تطبیق کړو.

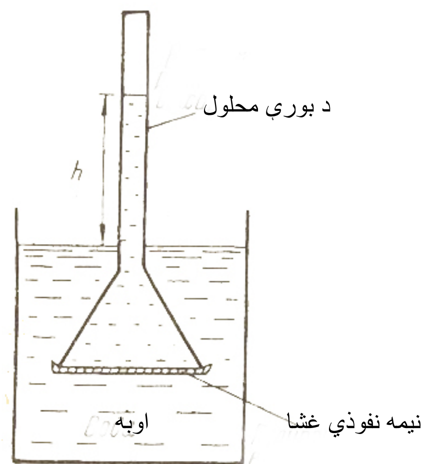
په خاص حالت کې داسې وړاندیز کوو چه حل شوی ماده په محلول کی قسمي فشار P رامنځ ته کوی، دغه فشار د گازونو د حرکی انرژي په تیوري او د مندلیف– کلا پیرون د معادلو په اساس د لاندنیو فورمولونو په ذریعه حاصلیږی.

$$p = \frac{2}{3}\bar{n}_0\bar{w} \qquad (٦- ١٢)$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} \qquad (٦- ١٣)$$

n_0 په مایع کی د حل شوی جسم یا مادی د مالیکولونو تعداد .

$\overline{w}$ د حل شوی جسم حرکی انرژي μ او m په ترتیب سره د حل شوې مادې کتله او دهغې د یو کیلومول کتله ده په داسې حال کې چې V او T د محلول حجم او د تودوخې درجه او R د گازونو عمومی ثابت دي. د دی لپاره چه په عملی توگه دغه فشار ووینو، نو لاندینی تجربه باید اجرا شی.



(۶- ۸) شکل

د شکل مطابق یوه داسی نفوذی غشا په نظر کې نیسو، چه یواځي محلل تري تیرشی او په محلول کی حل شوی جسم یا مادی ته د تیرید و امکان ورنکړی.
د مثال په توګه د ظرف په اوبوکي ویلې شوی قند په نظر کی نیسو.
یوه نیمه نفوذی غشا، چه اوږد نل لری، په دغه محلول کې کیږدو، نیمه نفوذي غشا د اوبو مالیکولونو ته د تیریدو اجازه ورکوی،
په داسې حال کی چه د قند لوی مالیکولونه ددې نیمه نفوذی غشا څخه تیریدلې نه شی. د دي لپاره چی عملیه په جوته توګه ولیدلای شی. د نیمه نفوذی غشا محلول او د ظرف اوبه په عین سطحه سره برابرؤ او وروسته، اوبه ورو ورود نیمه نفوذي غشا له لاري، دقند د محلول په لور خپل نفوذ ته ادامه ورکوي، تر هغه وخته پوری چه د قند لرونکی محلول د اوبو د سطحي څخه د h په اندازه لوړ شي. دغه لوړوالې د عملیې اړوند فشار ارائه کوی چه قسمی فشار نومیږی او د اوبو او د قند د محلول د عمل په نتیجه کی رامنیځ ته کیږی.
د محلول جدا کیدل د خالص محلل څخه او سموس بلل کیږی، چه په نتیجه کی ئی قسمی اضافي فشار رامنیځ ته کیږی.
په نل کی حاصل شوي فشار د ρgh څخه عبارت دی لدغه ځایه او سموسی فشار عبارت دي له .

$$p = \rho g h$$

پداسې حال کی چه ρ د محلول کثافت ، g د ثقل د قوی تعجیل همدارنګه کیداي شي او سموسي فشار د لاندنیو فورمولونو پوسیله هم اندازه کړو.

$$p = \frac{2}{3}\bar{n}_0\bar{w}$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v}$$

پورتني عملیه او فورمولونه د خیالي ګازونو او په مایع کی حل شو مواد و د فشار د رامنیځ ته کیدو ورته والي ښیې. اوس غواړو او سموسی فشار د قند د محلول لپاره د $p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v}$ پوسیله معلوم کړو د قند کیمیاوي فورمول $C_{12}H_{22}O_{11}$ دی، پداسی حال کی چه $t = 27c^{\circ}$. د محلول غلظت $0.034\ {}^{kg}/_{liter}$ په اوبو کي دی. د قند د فورمول مطابق کیلومول کتله عبارت ده له:

$$\mu = 342$$

$$p = \frac{m}{\mu}\frac{RT}{v} = \frac{0/034.82 \cdot 300}{342.1}$$

د C د قیمت په وضع کولو سره، پورتني فورمول دا لاندی بڼه غوره کوي:

$$p = \frac{CRT}{\mu} \qquad (۱۴ - ٦)$$

لدغه ځایه نتیجه لاسته راځی چې:

او سموسی فشار مستقیاََ د محلول د تودوخي د درجي او غلظت سره متناسب دی. په داسي حال کی چه د حل شوی جسم د مالیکولي کتلي سره معکوس تناسب لري.

د او سموس د عملیی قانون د لمړی ځل لپاره په 1887 عیسوی کال کی، د هالندی کیمیا پوه واند- هوف (Vant Hoff) پوسیله برقرار شوی دی. د واند هوف د قانون په اساس د اوسموس عملیه د محلل پوری تړاونه لری.

د اوسموس عملیه د ټولو ژوندیو اجسامو د تغذئي په سیستم کی جوت رول لوبوي، نباتات، حیوانات او حتي انسانان د خپل ژوند د بقا لپاره د دغي عملیي پذریعه خپلي ټولي اړتیاوي تامینوي. او د ژوندیو اجسامو فزیولوجیک فعالیت تامینوی.

٦- ۲: مثال:

د اوکسجن د گاز $m = 10g$ د تودوخي په $t_1 = 10c^{\circ}$ او د $p = 3atm$ فشار لاندی واقع دی. په ثابت فشار کې له تودولو وروسته اوکسجن انبساط کوی او $V_2 = 10l$ حجم اشغالوی. پیداکړی:

(الف) له انبساط څخه د مخه د گاز حجم V_1 (ب) د t_2 د تودوخي درجه له انبساط څخه وروسته (ج) د گاز کثافت له انبساط څخه د مخه ρ_1 او له انبساط څخه وروسته ρ_2.

حل:

(الف) د مندلیف –کلاپیرون له معادلي څخه گټه اخلو:

$$pv_1 = \frac{m}{\mu}RT_1$$

که چيرې $T_1 = 283grad$ ، يعني له تودولو څخه د مخه د اوکسجن مطلقه تودووخه، $\mu = 32 \, {kg}/{kmole}$ د اوکسجن کتله وی

$R = 8.32 \times 10^3 \, {J}/{(grad \cdot kmole)}$ د ګازونو نړيوال ثابت دي.

$$V_1 = \frac{mRT_1}{\mu p} = \frac{0/01kg \cdot 8.32 \times 10^3 \, J/(grad.kmole).283grad}{32 \, kg/kmole.3.1/013.10^5 \, N/m^2} = 2.4 \cdot 10^{-3} m^3 = 2.4 Liter$$

(ب) وګنی چې ګاز په ايزو باريک توګه ګرم شويدی دګی– لوسک له قانون څخه ګټه اخلو:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

T_2 د اوکسجن مطلقه تودوخه ورروسته له ګرمولو څخه دی.

$$T_2 = \frac{V_2}{V_1} T_1 = \frac{10l}{2.4l} \cdot 283grad = 180 \ ^\circ k$$

$$t_2 = 907c^\circ$$

(ج) د منديليف کلابيرون له معادلې څخه د کثافت لپاره لروچې:

$$\rho = \frac{p\mu}{RT}$$

$$\rho_1 = \frac{3.1/03.10^5 \, N/m^2 .32 \, kg/kmole}{8.32 \times 10^3 \, J/(grad.kmole).283grad} = 4/13 \, kg/m^3$$

$$\rho_2 = \frac{3.1/03 \cdot 10^5 N/m^2 \cdot 32 kg/kmole}{8.32 \cdot 10^3 J/(grad \cdot kmole) \cdot 907grad} = 0.99 \, kg/m^3$$

اوس غواړو په لنډيز سره غازونه او پر هغوی باندی د تطبيق وړ قوانين مطالعه کړو.

ګازونه: د ګازونو تعريف مو مخکې د سيال اجسامو په څېړنې کی کړېدي، دلته يو ځل بيا دهغوي په اړوند يوڅه بحث کو، ګازونه د فزيکي خصوصياتو له نظره په دوؤ، برخو ويشل شويدی.

الف – خيالی ګازونه Ideal gases

ب – حقيقی ګازونه Real gases

زمونږ په څېرنه کی یوائی خیالي ګازونو او دهغو د فیزیکي خواصو د توضیح کولو قوانین څېړل کیږي. خیالی ګازونه، هغه ګازونو ته ویل کیږی چه په یو حجم کې د هغوي د مالیکولونو تصادم امکان ډیر کم وی مالیکولونه ئی په یوه لوښی کی یو تر بله په لیرې فاصله کی واقع دی.

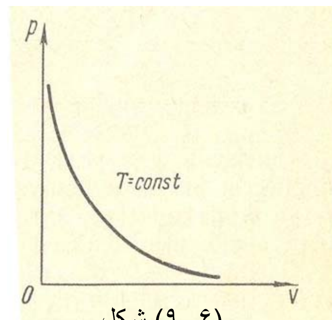
په اولسمه پیړي کي یو شمیر عالمانو په تجربوی ډول د خیالی ګازونو لپاره یو تعداد قوانین وضع کړل چه تر اوسه د دغه علماو په نوم نومول کیږي.

په عمومي توګه د ټولو اجسامو فزیکي حالت د تودوخې د درجې، فشار او حجم او داسې نورو فزیکی کمیتونو پوري اړوند دي. خو ګازونه په ډیره چټکي سره ددغه دریو کمیتونو په تغییر ورکولو سره ډیره ژر بدلون کوي.

٦– ٨: د بایل– ماریوت قانون Boyle-Mariot Law

که چیري په یو لوښي کې د تودوخي درجه $T = const$ ثابته وساتل شي او د ټاکلي خیالي ګاز حجم ته د فشار په تابع تغییر ورکړو نو داسي یوې فزیکي عملیي ته ایزوترمیک عملیه ویل کیږي او که چیري $v = cosnt$ ثابت وي او p فشارته د تودوخي درجي په بدلون سره تغیر ورکړي نو داسي یوبي عملیي ته ایزوخوریک Isochoric ویل کیږي دلته $p = p_0(1 + \beta t)$دي چه ګراف يې یو مستقیم خط دی. $p_\circ$ د ګاز فشار په oc° او β د ګاز د فشار د حرارتی ضریب په نوم یادیږي، t د تودوخی درجه همدارنګه که چیري $p = const$

او حجم د تودوخي د درجي په تابع تحول وکړي. پدي حالت کي $v = v_\circ(1+\alpha t)$ د عملیي ته ایزوباریک Isobaric ویل کیږي.

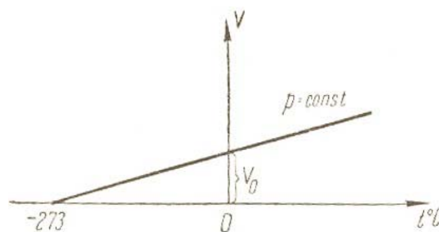


(۶- ۹) شکل

په دي رابطه کي α د گاز د حجمي انبساط ضريب دي. $v_{\circ}$ د گاز حجم د سانتي گراد په صفر درجه، او t د تودوخي درجه ده.
یو انگلیسي عالم په 1662 عیسوي کال کي په تجربې توگه ثابته کړه چه د تودوخې درجي په ثابت قیمت سره د گاز د حجم او فشار تغییر حاصل ضرب تل یو ثابت قیمت لري. یعني $p.v = const$ په دي شرط چه $t = const$ وي، ددغه عالم د تجربې خخه پنځه کاله وروسته یو فرانسوي عالم د ماریوت ، په نامه پرته له دې چې د بایل خخه خبر شي پورتنی رابطه په عملي توگه ثبوت کړه چه دغه قانون بایل ماریوت، په نامه و نومول شو. تردغه وخته د گازونو حرکي تیوري ډیر انکشاف نه وه کړي. نو په دي لحاظ دغه قانون د خپل وخت د گازونو د توضیح ښه قانون بلل کیږي. په دغه قانون کي مهم شرط دا دي چه عملیه باید ایزوترمیک و اوسي.

٦- ٩: د گیلو-سک قانون Gay-Lussac's Law

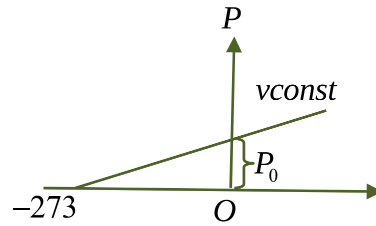
گیلو سک په کال 1802 کې د خیالي گازونو لپاره ایزوخوریک او ایزوباریک عملیې تر خیړنې لاندې و نیولې او په نتیجه کي ئي په عملي توگه ثابته کړه چه $v = v_{\circ}(1 + \alpha t)$ ، او $p = p_{\circ}(1 + \beta t)$



(۶- ۱۰) شکل

که د شکل له مخې د عملیې ایزوخوریک او ایزوباریک مستقیم خطونه مطالعه کړو، نو لاسته راغلي معادلي لاندیني شکلونه ځان ته غوره کوي.
د $t = 0$ لپاره

$$\begin{cases} p = p_{\circ} \\ v = v_{\circ} \end{cases}$$ دي



(۶- ۱۱) شکل

د بلي خوا څخه دواړه ايزوخوريک او ايزوباريک مستقيم خطونه د t محور په $-273^{\circ}c$ کې قطع کوي.

دغه نقطې ته صفر مطلقه ويل کيږي، چه په هغه کې د ټولو اجسامو فشار او حجم مساوي صفر دي. دا داسې مانا افاده کوي چه ټول اجسام په دغه درجې کې کنګل کيږي:
همدارنګه ليدل کيږي چه $0^{\circ}c$ د $273k$ کلوين سره مساوي ده. د کلوين د تودوخې درجې ته د ترموديناميک د تودوخې درجه هم وئيل کيږي.

$$k = 273 + t^{\circ}c \qquad (٦- ١٧)$$

همدارنګه د α او β عملي قيمتونه عبارت دي له:

$$\alpha = \beta = \frac{1}{273} \qquad (٦- ١٨)$$

که دا قيمتونه په $v = v_{\circ}(1 + \alpha t)$ او $p = p_{\circ}(1 + \beta t)$ رابطو کې وضع کړو. نوليکلې شو چې:

$$v = v_0\left(1 + \frac{t}{273}\right), \qquad p = p_0\left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

$$v = v_0\left(\frac{273+t}{273}\right), \qquad p = p_0\left(\frac{273+t}{273}\right)$$

څرنګه چه $273 = T_{\circ} k^{\circ}$ دي دا ځکه چه $T = T_{\circ} + t$ ، $T = 273 + t$ دي

$v = v_{\circ}(\frac{T}{T_{\circ}})$

$$\frac{v}{v_0} = \frac{T}{T_0} \qquad (٦- ١٩)$$

همدارنګه د ایزوبار د رابطي څخه په اساني سره ليکلي شو چه:

(٦-٢٠) $\frac{p}{p_{\circ}} = \frac{T}{T_{\circ}}$ د وروستيو دوو رابطو د پرتلي څخه ليکلي شو چه:

$$\frac{v}{v_{\circ}} = \frac{p}{p_{\circ}} \text{ ، } v.p_{\circ} = v_{\circ}.p \qquad (٦-٢١)$$

که چيري وروستي رابطي ته عموميت ورکړو نوليکلي شو چه:

$$p_1.v_1 = p_2.v_2 = \cdots = p_n.v_n = const \qquad (٦- ٢٢)$$

دغه رابطي يو ځل بياد بايل ماريووت فورمول ثابتوي.

٦- ١٠: د دالتون قانون Dalton's Law

که چيري د ګازونو د مخلوط m کتله په يو تړاکلي ظرف کي د ځانګړيو شرايطو لاندې وساتو، او دغه مخلوط مجموعي فشار د p په اندازه وی، د مخلوط د هر جزء فشار په لاندیني توګه لاسته راځي، چه په حقيقت کي د هر ګاز جلا جلا فشار مجموعه د مخلوط فشار سره مساوي دي.

که چيري د مخلوط د اجزاو فشارونه په ترتيب سره $p_1, p_2, p_3 \cdots p_n$ وي، نو د مخلوط فشار عبارت دي.

$$p = \sum_{i=1}^{n} p_i = p_1 + p_2 \cdots + p_n \qquad (٦- ٢٣)$$

پورتنی رابطه د دالتون قانون دي.

د p_1 د حاصلولو لپاره د ظرف څخه د ګازونو د مخلوط غير له يو څخه نورې اجزا وي ليرې کو. هغه غاز چه پاتي دي ، د هغه فشار معلومو او هغه ته p_1 وايو، په همدي ترتيب د مخلوط نورو اجزاو ته p_2 ، p_3 او داسي نور وايو چه په نتيجه کي د ګاز د ټولو

اجزاو فشارونه په جلا جلا توګه معلومیږي . او کله چه هغه سره جمع کړاي شي، نو د مخلوط فشار ځیني لاسته راځي.

٦– ١١: د اووګدرو قانون Avogadro's Law

په کال 1811 میلادي کې ایتالوي فزیک پوه اووګدرو په مختلفو غازونو باندي، ډول ډول تجربې وکړي، او په نتیجه کي ئي یو قانون راڅرګند کړ، چه دده په نامه باندې نومول شوي دي.

ددې قانون پربنسټ په مساوي فشار او د تودوخي په مساوي درجه کي ټول ګازونه مساوي حجم لري. د غه حجم په نورمالو شرایطو کي، $22.42\,\frac{m^3}{kmole}$ چه مساوي په $22.42\cdot 10^3\,\frac{liter}{kmole}$ کیږي دي.

٦– ١٢: د مندلیف – کلاپیرون قانون Mendelyev-Clapeyron Law

مخکې مو وڅیړل چه د ګازونو حالت د یو پارامتر په ثابت ساتلو او دوو، نورو متحولینو سره د ګاز حالت د کوم قانون څخه پیروي کوي. اوس د ګازونو عمومي حالت څیړو. په دي حالت کي حجم ، فشار او د تودوخي درجه یوځاي تغییر کوي، او دهغي په نتیجه کي کوم قانون چه رامنځ ته کیږي په کال 1834 میلادي کي د اووګدرو پوسیله کشف شویدي. اووګدرو دا قانون د بایل – ماریوت او ګیولوسک د قوانینو د ترکیب څخني لاسته راوړي دي.

فرضاَ د یو ګاز د m کتلي حالت د V_1, T_1, P_1 پارامترونو پوسیله مشخص شوي دي. د نوموړي ګاز حالت یو بل حالت ته چي د P_2, V_2, T_2 پارامیترونو پوسیله ځانګړي کیږي تغییر ورکوو.

دغه عملیه د دوو لاندنیو حالاتو پوسیله لاسته راوړو.

الف – د ایزوترمیک عملیي په ذریعه $T=const$ د نوموړي ګاز حجم V_2 او فشارئي P_1 سره مساوي کیږي.

ب – وروسته بیاد ایزوخوریک $V = const$ عملیي په ذریعه د نومړي ګاز د تودوخې درجه T_2 او فشار یې P_2 ته رسیږي.

په دغه ګاز باندي د عملیي لومړي پړاو د بایل – ماریوت د قانون په ذریعه په لاندي توګه لیکل کیږي.

$$V_1P_1 = V_2P_1'$$

لدغه ځایه

$$P_1' = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

د عملیې دویمه برخه د ګیولو– سک د قانون په وسیله په لاندي توګه لیکل کیږي.

$$\frac{p_1'}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

که د P_1' قیمت په وروستي رابطه کي وضع کړو، نولیکلي شو چه:

$$\frac{P_1V_1}{V_2.P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{V_2P_2}{T_2}$$

دغه روابط ښیي چه د ګاز د ټاکلي کتلي لپاره $\frac{PV}{T}$ ثابت کمیت دي.

$$\frac{Pv}{T} = B = const\ tant \qquad (۶- ۲۴)$$

وروستی رابطه د کلاپیرون د معادلي په نامه یادیږي دلته B د ټولو ګازونو لپاره مساوي قیمت لري، په دی شرط چه د ګاز د حالت د مشخص کیدو پارامیترونه مساوي وي.

د $1kmole$ ګاز لپاره پورتني رابطه داسي لیکل کیږي.

$$\frac{PV_\mu}{T} = B$$

د اوګدرو قانون په اساس د B په عوض ليکلي شو چه $\frac{PV_\mu}{T} = R$ ، R د ګاز د عمومي ثابت په نامه سره ياديږي د دغه ثابت په نظر کي نيولو سره ليکلي شو چه:

$$PV_\mu = RT \text{ ....(٦- ٢٥)}$$

وروستی رابطه د $1kmole$ ګاز لپاره د منديلف کلاپيرون معادله ده ويلې شو چه د ګاز حجم د هغه د کتلي سره په عين فشار او تودوخي درجه کي متناسب دي.

پورتني مفهوم داسي افاده کيږي. $\frac{V\mu}{V} = \frac{\mu}{m}$ ، μ د يو کيلو مول ګاز کتله او V د m کتلي ګاز حجم دي. که چيري V_μ قيمت په $PV_\mu = RT$ کي وضع کړو، نوليکلي شو چې:

$$PV\frac{\mu}{m} = RT$$

$$PV = \frac{m}{\mu}RT$$

وروستي رابطه د کلاپيرون د ګاز رابطه ارائيه کوي.

د وروستي رابطي په مرسته د ګاز کثافت په لاندي توګه معلوميږي.

$$P = \frac{m}{\mu V}RT \text{ ....(٦- ٢٦)}$$

$$P = \frac{\rho}{\mu}RT$$

خرنګه چه $\rho = \frac{m}{v}$ دي، نو ليکلي شو چه

$$\rho = \frac{P\mu}{RT}$$

ددغې رابطې په مرسته، د ګاز ثابت په لاندي توګه محاسبه کیږي لیکن د $R = \frac{PV\mu}{T}$ رابطي څخه د R قیمت د ترمودینامیکي نورمالو شرایطو په اساس په اساني سره لاسته راځي.

که چیري $p = 1atm$، atm فزیکي (اتموسفیر) او $T = 273k^{\circ}$ او

$$V_{\mu} = 22.42 \cdot 10^{3}\,\frac{\text{lit}}{\text{kmole}}$$

وضع شي. نو حاصلولې شو چې:

$$R = \frac{1at \cdot 22.42 \cdot 10^{3}}{273grad}\frac{L}{kmole} = 82Latm/(grad \cdot kmole)$$

د SI په سیستم کي $1atm = 1{,}013.10^{5}\,\frac{N}{m^{2}}$ او $1lit = 10^{-3}m^{3}$ ددغو ارقامو په پام کي نیولو سره لیکلي شو چې:

$$R = 8.32 \cdot 10^{3}\,\frac{J}{gradkmole} \qquad (۶- ۲۷)$$

دغه کمیتونه د تجربي پوسیله لاس ته راغلي.د موضوع نظري څیړنه، د مالیکولي فزیک په تیوري کي کیږي.

٦- ١٣: د فصل لنډيز

- قوه چې په واحد سطحه باندی عمل کوی د فشار په نوم یادیږي، یعنی:

$$P = \frac{F}{A} \quad (٦ - ٢٨)$$

- د سیالو جسمونو لپاره د پاسکال قانون عبارت دی له:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1} \quad (٦ - ٢٩)$$

- په مایع کې په غوپه شوي جسم باندي د ارشمیدس قوه عمل کوی، نوموړی قوه عبارت ده له:

$$F_A = \rho_{1q} g V_b \quad (٦ - ٣٠)$$

په پورتنی رابطه کې F_A د ارشمیدس قوه، ρ_{1q} د سیال کثافت، g د ځمکي د جاذبي تعجیل او V_b د غوپه شوي جسم حجم دی.

- د ایدیال گاز لپاره د بایل ماریوت قانون لاندی بڼه لری.

$$PV = const \quad (٦- ٣١)$$

- د ایدیال گازونو لپاره د گي – لوسک قانون عبارت دی له:

$$\frac{V}{T} = const \quad (٦- ٣٢)$$

نوموړي قانون بیانوي چې په ثابت فشار کې که چیری د گاز یوه ټاکلي اندازه گرمه یا سړه شی د حجم نسبت پر تودوخه ثابت باقی پاته کیږي.

- د دالتون د قانون سره سم د گاز د یوه مخلوط فشار د مخلوط د اجزاوود فشار له مجموعی سره مساوی دی، یعنی:

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots (33 - 6)$$

- د اوگدرو قانون بيانوي چې په مساوی فشار او د تودوخې په مساوی درجوکې ټول گازونه مساوي حجم لری.دا حجم په معياری يا نورمالو شرايطو کې $22{,}42.\frac{M^3}{kmol}$ يا $22{,}42.10^3\frac{liter}{kmol}$ دی.
- د منديلف – کلاپيرون قانون عبارت دی له:

$$PV\mu = RT \quad (٦-٣٤)$$

شپږم فصل تمرین

1- په یوه هایدرولیکي پروسه کی د کوچني پستون سطحه $2cm^2$ او دلوی پستون $500\ cm^2$ ده.که چیری کوچني پستون په $25\ {cm}/{\sec}$ سرعت سره ښکته کیږی معلومه کړی چی لوی پستون په کوم سرعت سره پورته کیږی؟ ځواب: ($0.1\ {cm}/{sec}$)

2- یو استوانوی لوښې له مایع نه ډک او مساحت یې $200\ cm^2$ دی د یوه پستون په واسطه چی کتله یې $1\ kg$ ده محکم شوی دی. معلوم کړی چی پستون څومره فشار په مایع واردوي؟

(الف) له وزن نه پرته

(ب) د $5\ kg$ کتلې لرونکی وزن سره.

ځواب (الف: $0.49kPa$، ب:$2.9kpa$)

3- په دوو یو له بل سره نښتو لوښوکی سیماب اچول شوی دی او د هغو له پاسه په یوه لوښې کې د $48\ cm$ په ارتفاع غوړی او په بل لوښې کی د $20\ cm$ په ارتفاع د خاورو تیل اچول شوی دی. په دواړو لوښوکی د سیمابو د سطحی توپیر پیداکړی؟ ځواب: ($\Delta h = 2cm$)

4- له اوبوډک یوه لوښې کی د $2\ cm^2$ په مقطع یو نل داخل او په نوموړی نل کی $72g$ غوړی اچول شوی دی. د اوبو اوغوړ یو د سطحی توپیر پیدا کړی؟ ځواب: $\Delta h = \frac{m}{s}\left(\frac{1}{\rho_{oil}} - \frac{1}{\rho w}\right) = 4cm$

5- د هغه اتموسفیر کتله پیدا کړی چی د ځمکی کره یی احاطه کړی دی؟ ځواب: ($5.3 \cdot 10^{18}kg$)

6- له اوبوډک یوه لوښې کی دلرگی یوه ټوټه اچول شوی ده، که چیری اوبه له لوښې نه خارج نه شي. معلومه کړی چی د لوښې په قاعده او د یو الونوکی

فشار بدلون کوی؟ ځواب: بدلون کوی ځکه چې د اوبو سطح په لوښې کې لوړیږي.

7- دلرگی یوه ټوټه په اوبوکی لامبو وهی او $\frac{3}{4}$ برخه یی په اوبوکی ډوبه ده . دلرگی کثافت پیداکړی؟

ځواب: ($\rho_{wood} = \frac{3}{4}\rho w = 7.5 \cdot 10^2\ kg/m^3$)

8- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی د $1{,}04MP_a$ فشار په صورت کی د هوا حجم $5lit$ دی. د نوموړی هوا حجم د $1{,}00MP_a$ فشار په صورت کی پیدا کړی؟ ځواب: ($5.2liter$)

9- د هوا لومړنی حجم $6lit$ دی هغه په تدریجی توگه متراکمه کوی او حجم $4lit$ ته رسیږی او فشار یی 2.10^5P_a ته لوړیږی. د گاز لومړنی فشار پیدا کړی؟ ځواب ($4 \cdot 10^5pa$)

10- د نورمال فشار لاندی په یوه لوښې کی $5lit$ هوا وجود لری دا لوښې له یو بل خالی لوښی سره چی گنجایش یی $4{,}5lit$ دی نښلوی په وروستی لوښی کی هوا نشته دی. په دواړو لوښوکی منځ ته راغلی فشار پیدا کړی؟ ځواب: ($5.3 \cdot 10^4pa$)

11- په $0^\circ c$ تودوخه کی د کوم فشار په صورت کی د اوکسجن کثافت د اوبو له کثافت سره په نورمالو شرایطو کی مساوی کیږی؟ ځواب ($7 \cdot 10^7pa$)

12- تر پستون لاندی په یوه استوانه کی $10lit$ گاز په ایزوباریک توگه له $323^\circ K$ نه تر $273^\circ K$ پوری سړه وی. د ساړه شوی گاز حجم پیدا کړی؟ ځواب ($8.5liter$)

13- که چیری دبرښنا په گروپ کی د هوا د تودوخی درجه د گروپ له رڼاکولو نه وروسته له $15^\circ c$ نه تر $300\ c^\circ$ پوری لوړه شی. د هوا فشار څومره زیاتیږی؟ ځواب: (تقریباً دوه ځله)

14− په $15^{\circ}c$ تودوخه کې د هایدروجن فشار $1{,}33.10^{5}P_a$ او حجم یې $2lit$ دی. د ګاز حجم له متراکم کیدونه وروسته $1{,}5lit$ او تودوخه یې تر $30^{\circ}c$ لوړه شوه. د هایدروجن فشار معلوم کړی؟
ځواب($1.9\cdot10^{5}pa$)

15− په $0^{\circ}c$ تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د هوا یوه کتله $1lit$ حجم اشغالوی. د تودوخې په کومه درجه کې به د نوموړې هوا فشار $2\cdot10^{5}P_a$ شي په داسې حال کې چې نوموړې کتله په وروستی حالت کې $2lit$ حجم اشغال کړی؟ ځواب: ($\approx 820°C$)

16− په $100^{\circ}c$ تودوخه او د $1{,}0MP_a$ فشار په صورت کې یو کیلومول (kmole) ګاز څومره حجم اشغالوی؟ ځواب ($\approx 3.1m^{3}$)

17− په $-20^{\circ}c$ تودوخه او $780MP_a$ فشار کې د هوا حجم $12lit$ دی. د هوا حجم نورمالو شرایطو ته راوړی د هوا حجم په نورمالو شرایطو کې پیدا کړی؟ ځواب: ($\approx 11liter$)

18− د هیلیوم کثافت په $127^{\circ}c$ تودوخه او $8{,}3\cdot10^{5}P_a$ فشار کې څومره دی؟ ځواب ($1.0\,{kg}/{m^{3}}$)

19− د هوا د تودوخې درجه باید څومره وی ددی لپاره چې په $5\cdot10^{4}P_a$ فشار کې د هغه کثافت نورمال وی؟ ځواب ($\approx 140°C$)

20− د اوکسجن او کاربن دای اوکساید ترکیب یا مخلوط په دی ډول دی $32g$ اوکسجن او $22g$ کاربن دای اوکساید په $0^{\circ}c$تودوخه او $1{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کې د نوموړی مخلوط کثافت پیدا کړی؟
ځواب: ($\approx 1.6\,{g}/{lit}$)

21- په نورمالو شرایطو کی د هوا کثافت $1{,}3\,{}^{g}\!/\!_{lit}$ دی. د هوا کثافت په $100^{\circ}c$ تودوخه او $4{,}0\cdot10^{5}P_a$ فشار کی پیدا کړی؟

ځواب: ($3.8\,{}^{g}\!/\!_{liter}$)

22- په یو سرخلاصی بیکرکي په $20^{\circ}c$ تودوخه کی هوا باید څومره گرمه شی ترڅو د هوا کثافت دوه ځله کم شی؟ ځواب: ($313^{\circ}C$)

اوم فصل

د مايعاتو او ګازاتو ديناميک Fluid Dynamics

سريزه: د کلکو يا جامدو اجسامو له ميخانيک پرته د مايع او ګاز ډوله اجسامو ميخانيک هم وجود لري. د مايع اجسامو ميخانيک د هايدرو ديناميک په نوم هم ياديږي. هايدرو ديناميک د يو لخت يو پارچه يا پرله پسې (پيوسته) محيط د ميخانيک يوه برخه ده چې په هغه کې د تراکم نه منونکو (نه فشرده کيدونکو) مايعاتو حرکت او د جامدو اجسامو سره د هغو خپل مينځي تعامل او آغيزې مطالعه کيږي. او يا هم د مايعاتو او ګازاتو په ديناميک کې حرکت کونکې مايعات او ګازات مطالعه کيږي.

حقيقي يا ريا ل مايع هغه مايع ده چې تراکم منونکې وي او د فشار په زياتوالې سره يې حجم کم او کثافت يې زياتيږي. خو د يادولو وړ ده چې د مايع د تراکم وړتيا ډيره کمه ده. د بيلګې په توګه که چيرې د اوبو فشار له $1atm$ نه تر $100atm$ پورې لوړ کړو د هغه په پايله کې د اوبو کثافت يوازې $0,5\%$ زياتيږي. $atmosphere \to atm$ (اتموسفير) د فشار د اندازه کولو يو واحد دي.

$$1atm = 1,033at = 760mm \cdot Hg = 1,013bar = 1,013 \cdot 10^{5} Pa$$

په متحرکو مايعاتو کې د فشار بدلونونه په دی کچه نه وي، له دی کبله د متحرکو مايعاتو له فشرده کيدو څخه سترګې پټولې شو. هغه مايع چې لزوجيت ونه لري او فشرده کيدونکې نه وي د ريا ل مايع په نوم ياديږي.

لومړی- د هغو قوو په هکله خبرې کوو چې د مايع د حرکت لامل کيږي.

د مايع په هره ذره خارجي قوې لکه د ثقل قوه او هغه قوه چې د مايع د فشار د توپير له کبله رامنځ ته کيږي په مايع عمل کوي. په حقيقي مايعاتو کې پردی قوو برسيره د مايع د ماليکولونو قوې علاوه کيږي. دا قوې چې د مايعاتو د غلظت لامل کيږي د اصطکاک د قوو په نوم ياديږي. پوهيږو چې کله يو جسم په ساکنه مايع او يا ګاز کې په حرکت پيل وکړي د هغه په مقابل کې د اصطکاک قوې تبارز کوي چې د حرکت په مخالف جهت

کې وي. د نيوټن د دويم قانون پر بنسټ د ټولو هغو قوو مجموعه چې د مايع په يوه ذره باندې عمل کوي مساوي دی په: د ذرې کتله ضرب د کتلې هغه تعجيل چې د نومړو قوو د اغيزې له امله يې په لاس راوړي. دا حقيقت د هايدروديناميک د معادلو لنډيز ارائيه کوي. د مايع د هرې ذرې لپاره بايد خارجي قوې، د فشار د توپير قوې د اصطکاک قوې او د عطالت قوې يو بل سره خنثي کړي.

د مايعاتو او گازاتو جريان د مودل په توگه د جريان د ساحې په واسطه داسې تشريح کولې شو. که چيرې وغواړو د مايع د يوې ذرې مسير د هغې د سطحې په مخ مطالعه کړو، کولې شو چې هغه د کارک د کوچنيو ټوټو (د کارک براده) په واسطه چې د ذرې په مسير کې پاشل کيږي وڅارو او تعقيب يې کړو. همدارنگه د مايع په داخل کې د يوې ذرې د مسير د تعقيب لپاره له رنگه موادو يا د المونيمو له پودرنه چې د مايع په مسير کې اچول کيږئ گټه اخيستی شو. د گازاتو جريان د رنگه گازونو لکه دوگ (دود) په مرسته څارلې او تعقيبولې شو.

که چيرې د حرکت په حال مايع کې د قلم رنگ د يوه باريکه تار په توگه توپې کړو ليدل کيږي چې دا باريکه رنگه تار په يوه ټاکلي خط ځان مرتبوي چې د جريان د خط په نوم ياديږي. په يوه جريان کې د جريان خط هغه مسير دی چې د مايع ذره يې طي کوي. د مايع د ذرې د سرعت وکتور د هغه د جريان په خط باندې مماس وي (۷– ۱) شکل.



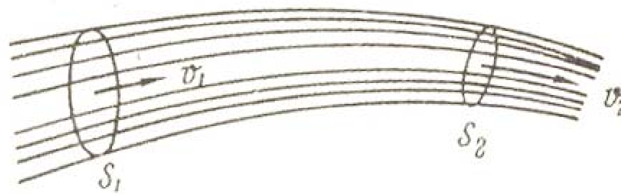
(۷- ۱) شکل

که چيرې يوه مستوي سطحه د جريان په جهت عمود په پام کې ونيسو د جريانو د خطونو شمير چې له نومړې سطحې نه تيريږي د جريان د خطونو د کثافت په نوم ياديږي. د جريان د خطونو کثافت د يوې مايع په داخل کې د سرعت توزيع ارائيه کوي. په هره

اندازه چې د جریان خطونه په یو ځاي کې زیات وي په هم هغه اندازه د جریان سرعت هلته زیات دي. که چیرې د جریان د سرعت وکتور د فضا په هره نقطه کې ثابت وي او یا ثابت پاته شي په دې حالت کې جریان د مستقر جریان او یا د تقریباً ثابت جریان په نوم یادیږي.

۷– ۱: د تمادیت معادله The Equation of Continuity

د (۷– ۲) شکل سره سم د مایع په جریان کې د S_1 او S_2 دوه مقطع ګانې چې په هره یوه کې د مایع سرعت په ترتیب سره V_1 او V_2 دي په پام کې نیسو. دا چې مایع د تراکم وړنه ده او نه بیلیدونکې ده، نو د Δt په وخت کې له نوموړو مقطع ګانو، نه مساوي حجم او همدارنګه Δm مساوي کتله مایع تیریږي.



(۷- ۲) شکل

د S_1 په پراخه مقطع کې تیرودونکې مایع د استواني بڼه لري چې قاعده یې S_1 او ارتفاع یې $V_1 \cdot \Delta t$ او حجم یې $S_1 V_1 \Delta t$ دي. په همدې ډول په تنګه مقطع S_2 کې د تیریدونکې مایع حجم $S_2 V_2 \Delta t$ دي له دی ځایه لرو چې:

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

$$SV = const \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۷– ۱)$$

(۷– ۱) رابطه د مایع د تمادیت معادله ده.

(۷– ۱) مثال: د متحولې مقطع درلودونکې نل د $15cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت $2 \, m/_{\sec}$ دي. د $10cm^2$ په مقطع کې د اوبو سرعت پیدا کړي.

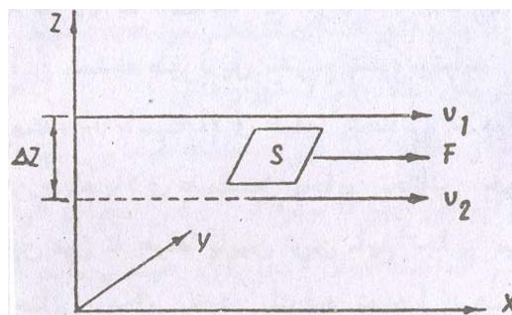
حل: د تمادیت له معادلې نه لرو چې:

$$S_1V_1 = S_2V_2$$

$$V_1 = \frac{S_2V_2}{S_1} = \frac{15cm^2 \cdot 2\,{}^{m}\!/\!_{\sec}}{10cm^2} = 3\,{}^{m}\!/\!_{\sec}$$

۷– ۲: لزوجيت او د ستوکس قانون Viscosity and Stokes Law

که چيرې د مايع يوه طبقه د بلې طبقې په مخ وښويږي په دی صورت کې د اصطکاک يوه قوه رامنځ ته کيږي. که چيرې پورتنۍ طبقه په زيات سرعت سره حرکت وکړي. په دې حالت کې کښتنۍ طبقې ته چې بطي حرکت کوي يو تعجيل ورکوي. دا قوې د اصطکاک د قوې په نوم ياديږي. په هره اندازه چې سطحه لويه وي په هغه اندازه د اصطکاک قوه لويه ده او همدارنګه د اصطکاک قوه له يوې طبقې نه بلې طبقې ته د سرعت د بدلون سره متناسبه ده. اوس دوه طبقې داسې په پام کې نيسو چې د يوې سرعت V_1 او د بلې V_2 وي او د دوی ترمنځ فاصله ΔZ دي (۷– ۳) شکل.

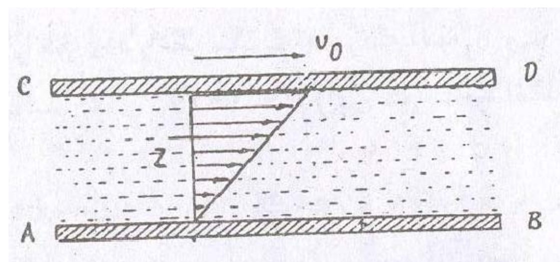


(۷- ۳) شکل

په دې حالت کې د اصطکاک قوه عبارت ده له:

$$F = \eta s \frac{\Delta v}{\Delta z} \quad \text{.................................(۷– ۲)}$$

په بله تجربه کې د AB او CD دوه موازي لوحې داسې په پام کې نيسو چې د دوې ترمنځ د Z په پنډوالې يوه کيفي مايع وجود لري (۷– ۳) شکل. د AB لوحه ثابته او د CD لوحې ته په خپله مستوي کې د V_0 په سرعت سره ښې خواته حرکت ورکوو. ليدل کيږي چې د مايع مختلفې طبقې يو د بل پاسه په مختلفو سرعتونو سره ښې خواته ښويږئ.



(۷- ۴) شکل

د مایع هغه طبقه چې له CD سره نښتې یا په تماس کې ده د V_0 سرعت لري او داسې معلومیږي چې دCD سره نښتې ده. هغه ته ورته د مایع هغه طبقه چې له AB سره په تماس کې ده هم له هغې سره نیښتې معلومیږي، یعنی د هغې سرعت صفر دي. د مایع د طبقو سرعت له AB نه تر C پورې او د Z په امتداد له $V = 0$ نه تر $V = V_0$ پورې په خطي توګه زیاتیږي. دا مسئله په لاندې ډول تشریح کیږي. په شکل کې د مایع تر ټولو پورتنۍ طبقه چې د V_0 په سرعت حرکت کوي پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه یوه مماسي قوه واردوي، همدا عمل دا طبقه پخپله کښتنۍ مجاوره طبقه تر سره کوي. په همدې ترتیب دا عمل د مایع ترټولو کښتنۍ طبقې پورې صورت نیسي، یعنی هره طبقه پخپله کښتنۍ طبقه یوه تعجیل ورکونکې قوه F واردوي. د نیوټن د دریم قانون سره سم کښتنۍ مجاوره طبقه په پورتنۍ طبقه یوه د F تأخیري قوه واردوي. پورتنۍ دواړه قوې د اندازې له نګاه یو بل سره مساوي دي. په پایله کې د لزوجیت ضریب η په لاندې ډول تعریفیږي:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}} \qquad (۷-۳)$$

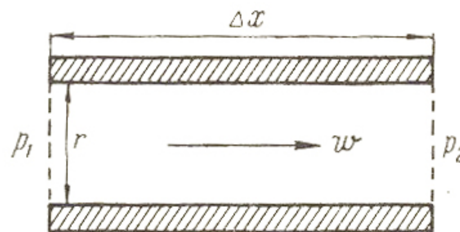
هغه جریانونه چې تر اوسه پورې مو مطالعه کړل د آرام یا (Laminar) یا طبقه ایزوجریانونو په نوم یادیږي، په دی حالت کې د مایع طبقې یو پر بل ښویږئ. که چیرې مایع له یوه نل یا پایپ نه تیره شي او خپل سرعت زیات کړي په دی حالت کې خپل طبقه ایزخاصیت له لاسه ورکوي او بی ترتیبه کیږي. مایع په شدیده توګه مخلوطیږي، د مایع د

ذرو سرعت په هر ځای کې هر وخت په نامنظمه توګه بدلون کوي او جريان نا مستقر وي د مايع دا ډول جريان ته متلاطم، طوفاني يا (Turbulant) جريان وايي.

د مايع لزوجيت د ګازونو له لزوجيت نه ډېر زيات دي. د مايعاتو د لزوجيت ضريب د $\left(10^{-3}-1\right)\frac{kg}{m\cdot\sec}$ په شاوو خوا کې دي. له دی سره سره د مايعاتو د لزوجيت ضريب د تودوخې تابع دی، يعنی د تودوخې په زياتوالې سره کميږي. د بيلګې په توګه د اوبو د لزوجيت ضريب په صفر درجه د سانتي ګريد کې $\eta=1,8\cdot10^{-3}\frac{kg}{m\cdot\sec}$ او په $90C^{\circ}$ کې $\eta=3,2\cdot10^{-4}\frac{kg}{m\cdot\sec}$ دي. فرانسوي عالم پايزولي (Poiseuille) ثابته کړه چې:

$$\overline{V}=-\frac{\Delta P}{\Delta X}\frac{r^{2}}{8\eta}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(۷-۴)$$

(۷- ۴) رابطه د پايزولې قانون دي په نوموړي رابطه کې $P_1-P_2=\Delta P$، (۷- ۴) شکل. په پورتنۍ رابطه کې د منفي علامه ددی څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار ګراډينت په خلاف جهت کې دي.



(۷- ۵) شکل

(۷- ۵) شکل د يوې مايع لاميناري جريان په نل کې ښيي. که چيرې يو کروي جسم د بيلګې په توګه يوه ګلوله په يوه غير لزوج مايع کې حرکت وکړي، په دی حالت کې جسم د خپل حرکت په مقابل کې د اصطکاک قوه نه احساسوي، برعکس په يوه لزوجه مايع کې د اصطکاک قوه محسوسه ده، که چيرې د مايع سرعت کم وي د جسم له شا او خوا نه د مايع د تيريدو له امله طوفاني جريان نه تشکيليږي دلته د اصطکاک قوې په مايع کې رامنځ ته کيږي او د مايع هغه طبقې چې له جسم سره په تماس کې دي هڅه کوي چې جسم له

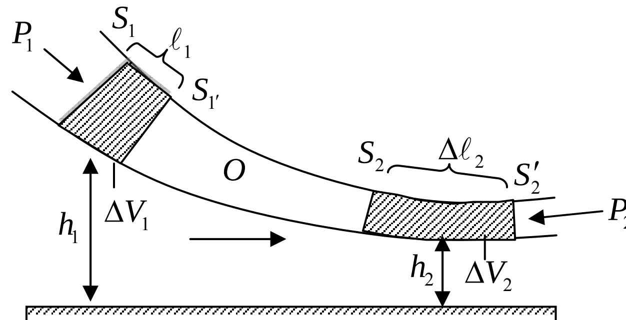
ځانه سره کش کړي. د اصطکاک دا قوه چې د مقاومت د قوې په نوم هم یادیږي د جسم د سرعت V، د مایع د لزوجیت ضریب η او د جسم له شعاع r سره متناسبه ده، یعنې:

$$F = 6\pi\eta rV \quad \text{.................................} (۷- ۵)$$

۷- ۵) رابطه د ستوکس (Stokes) قانون دي، نوموړي قانون په ګاز کې د کروي ډوله اجسامو د حرکت لپاره هم صادق دي د بیګلې په توګه د باران د څاڅکو رالویدل په اتموسفیر کې.

۷- ۳: د برنولي معادله Bernaulli Equation

د مایعاتو د حرکت د مطالعې په صورت کې زیاتره داسې فرض کیږئ چې د مایع د یوې برخې ځای بدلون (تغییر مکان) نسبت نورو برخو ته د اصطکاک د قوې په بروز پورې اړه نه لري. هغه مایع چې په هغې کې داخلي اصطکاک (لزوجیت) وجود ونه لري د خیالي یا ایدیال مایع په نوم یادیږي. په ایدیال مایع کې چې په ثابته توګه جریان لري د جریان یوه لوله چې مقطع یې کوچنی دي جدا کوو، یا د (۷- ٦) شکل سره سم یو مایل نل چې د متحولې مقطع درلودونکې او له کینې خوانه ښې خواته مایع پکې جریان لري په پام کې نیسو.



(۷- ۶) شکل

د هغې مایع حجم په پام کې نیسو چې د نل د دیوالونو او S_1 او S_2 مقطع ګانو په واسطه محدود شوې دي. د Δt په وخت کې دا حجم د مایع د جریان په امتداد تغییر مکان کوي او په دی وخت کې د S_1 مقطع د S_1' موقعیت ته تغییر مکان کوي او د $\Delta\ell_1$ واټن طی کوي، او د S_2 مقطع د S_2' ته تغییر مکان کوي او د $\Delta\ell_2$ واټن طی کوي. د جریان د

تماديت او پرله پسی توب پر بنسټ په شکل کې خط شوې حجمونه يو د بل سره مساوي دي، يعنی $\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V$

د مايع د هرې ذرې انرژي د هغې ذرې د حرکي او پوتانشيل له انرژي نه د ځمکې د جاذبې د قوې په ساحه کې متشکله ده. د جريان د ثابت والي له امله هغه ذره چې د Δt له وخت نه وروسته د نل د نه خط شوې برخې يوې نقطې د بيلګې په توګه د پام وړ حجم د O نقطې ته رسيږي. د هغه سرعت (او حرکي انرژي) درلودونکې ده چې په هغه نقطه کې واقع ذرې د پيل په لحظه کې درلوده. له دې کبله د ټول مطالعې لاندې حجم د انرژي تزايد ΔE د ΔV_1 او ΔV_2 کوچنيو حجمونو د انرژي د توپير په شان محاسبه کولې شو.

د نل مقطع او $\Delta \ell$ دومره کوچني غوره کوو چې د خط شويو حجمونو د ټولو نقطو لپاره د سرعت V، فشار P او ارتفاع h قيمتونه يو شان او مساوي وي. په دې صورت کې د انرژي تزايد په لاندې ډول ليکلې شوو:

$$\Delta E = \left(\frac{1}{2}\rho \Delta V V_2^2 + \rho \Delta V g h_2\right) - \left(\frac{1}{2}\rho \Delta V V_1^2 + \rho \Delta V g h_1\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٦)$$

په پورتنۍ رابطه کې ρ د مايع کثافت دي.

په ايدياله مايع کې د اصطکاک قوې وجود نه لري. له دی کبله د انرژي تزايد (٧- ٦) رابطه بايد له هغه کار سره مساوي وي چې د فشار د قوې په واسطه په جدا شوې حجم باندې تر سره کيږي. د نل په جانبي سطحه باندې د فشار قوه په هره نقطه کې د ذرو په تغيير مکان باندې عموده ده، نو ځکه کار نه ترسره کوي. د قوې کار يوازې د S_1 او S_2 په مقطع ګانو باندې اجرا کيږي، دا کار صفر نه دی او مساوي دی په:

$$W = P_1 S_1 \Delta \ell_1 - P_2 S_2 \Delta \ell_2 = (P_1 - P_2)\Delta V \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٧)$$

د (٧- ٦) او (٧- ٧) رابطو له تساوي نه لرو چې:

$$\frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g h_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g h_2 + P_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٨)$$

څرنګه چې د S_1 او S_2 مقطع ګانې په بشپړه توګه په کيفي ډول غوره شوې دي، نو ځکه د جريان د هرې مقطع لپاره د $\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P$ افاده ثابت قيمت لري، يعنی:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g h + P = const \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٧- ٩)$$

(۷– ۹) رابطه د برنولي معادله ده د نومړي معادلې د کينې خوا لومړۍ حد د مايع مخصوصه حرکي انرژي، دويم حد يې مخصوصه پوتانشيل انرژي د ځمکې د جاذبې په ساحه کې او دريم حد يې د مايع مخصوصه انرژي ده چې د فشار د قوونه منشه اخلي پوهيږو چې د فشار واحد $\frac{N}{m^2}$ دي ($\frac{N}{m^2}=\frac{N \cdot m}{m^3}=\frac{Joule}{m^3}$). له دی ځايه داسې پايلې ته رسيږو چې د برنولي معادله د انرژي د تحفظ قانون ارائيه کوي او بيانوي چې:

د ايديالې مايع د ثابت جريان په صورت کې د حرکي مخصوصه، پوتانشيل مخصوصه او فشار مخصوصه انرژيو مجموعه د جريان په هر ډول مقطع کې ثابته ده. په (۷– ۹) معادله کې P ستاتيکي فشار، $\frac{1}{2}\rho V^2$ ديناميکي فشار او ρgh هايدروليکي فشار دي له دی کبله د برنولي د قانون بل بيان په دی ډول دي:

د ايديالې مايع په ثابت جريان کې د ستاتيکي فشار، ديناميکي فشار او هايدروليکي فشار مجموعه د جريان په هر ډول مقطع کې ثابته ده.

د يوه افقي نل لپاره د برنولي معادله عبارت ده له:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const \quad \text{(۷– ۱۰)}$$

د برنولي له معادلې او د تماديت له معادلې نه دی پايلې ته رسيږو چې: د نل په نری (باريکه) برخه کې د مايع د جريان سرعت زيات او فشار يې کميږي.

۷– ۴: د فصل لنډيز

- د تماديت معادله عبارت ده له:

$$VS = const$$

- د لزوجيت ضريب عبارت دى له:

$$\eta = \frac{\frac{F}{S}}{\frac{\Delta V}{\Delta Z}}$$

- د ستوكس قانون بيانوي چې:

$$F = 6\pi\eta rv$$

- د پايزولي د قانون پر بنسټ په پايپ يا نل كې د مايع د لاميناري جريان منځنۍ سرعت د مايع د فشار له ګرادينت $\frac{\Delta P}{\Delta X}$، د پايپ د شعاع r له مربع سره په مستقيمه توګه او د مايع د لزوجيت له ضريب η سره په معكوسه توګه متناسب دي، يعنى:

$$\overline{V} = \frac{-\Delta P}{\Delta X}\frac{r^2}{8\eta}$$

په پورتنۍ رابطه كې د منفي علامه ددى څرګندويه ده چې د جريان سرعت د فشار د ګرادنيت په خلاف لورې يا جهت كې دي.

- د يوه غير افقي نل لپاره د برنولي معادله په لاندې ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho gh + P = const$$

- د افقي نل لپاره د برنولي معادله په دى ډول ده:

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + P = const$$

د اوم فصل تمرين

1. په يوه افقي نل کې د اوبو د جريان اندازه $2\,{m^3}/{\min}$ ده د اوبو د جريان سرعت د نل په هغه نقطه کې پيدا کړي په کوم ځای کې چې د نل قطر الف) $10cm$ ب) $5cm$ دي. ځوابونه: (الف $4,24\,{m}/{\sec}$ ، ب $17\,{m}/{\sec}$)
2. د اوبو د يوې لويې ذخيرې په يوه خوا کې د اوبو له سطحې نه $16m$ لاندې يو کوچنی سورې وجود لري. له سورې څخه د اوبو د جريان اندازه $2,5\cdot10^{-3}\,{m^3}/{\min}$ ده. پيدا کړي:

الف) د اوبو د جريان سرعت له سورې نه د خارجيدو په وخت کې

ب) د سورې قطر. ځوابونه (الف: $17.88\,{m}/{sec}$، ب: $0.137cm$)

3. د اوبو جريان له يوه افقي نل نه تيرېږي. په هغه نقطه کې چې د اوبو سرعت $2\,{m}/{\sec}$ او د مقطع مساحت يې A دي د اوبو فشار $4,5\cdot10^{4}Pa$ دي. د مايع سرعت او فشار د مقطع په هغه نقطه کې پيدا کړي چې د مقطع مساحت $\frac{A}{4}$ دي؟

ځوابونه ($V_2=8\,{m}/{\sec}$ ، $P_2=44970Pa$)

4. د يوې متحولې مقطع درلودونکې يوه افقي نل پراخه مقطع $40cm^2$ او تنګه مقطع يې $10cm^2$ ده. په نل کې د اوبو د جريان اندازه $4\cdot10^{-3}\,{m^3}/{\sec}$ ده پيدا کړي

الف) د اوبو سرعت په پراخه او تنګه مقطع کې

ب) د دواړو مقطعو تر منځ د فشار توپير ځوابونه: (الف $V_1=0,025\,{m}/{\sec}$ ، $V_2=0,4\,{m}/{\sec}$ ، ب $P_1-P_2=15,9375Pa$)

5. په يوه پايپ کې اوبه بهيږي. په هغه نقطه د پايپ کې چې قطر يې $8cm$ دي د اوبو فشار $2,5\cdot10^{4}Pa$ په بله نقطه کې چې $0,5m$ له مخکينی نقطې نه لوړه ده د پايپ قطر $4cm$ او د اوبو فشار $115\cdot10^{4}Pa$ دي.

الف) په ټيټه او لوړه نقطه کې د اوبو د جريان سرعت پيدا کړي

ب) د اوبو بهيدو اندازه يا مقدار معلوم کړي؟

ځوابونه: (په ټیټه نقطه کې $0,83 \,m/\sec$) په لوړه نقطه کې $3,3 \,m/\sec$ ب)
$4,15 \cdot 10^{-3} \,m^3/\sec$

6. په یوه پایپ کې چې د مقطع مساحت یې $4.0cm^2$ دي د $5 \,m/\sec$ په سرعت اوبه حرکت کوي. د پایپ د مقطع د مساحت په زیاتوالې سره تر $8,0cm^2$ پورې اوبه په تدریجي توګه تر $10m$ پورې راښکته کیږي

الف) په ټیټه سطحه کې د اوبو سرعت څومره دي؟

ب) که چیرې په لوړه سطحه کې فشار $1,5 \cdot 10^5 Pa$ وي په ټیټه سطحه کې فشار پیدا کړي؟ ځوابونه: (الف: $2.5 \,m/sec$، ب: $0.5 \cdot 10^5 pa$)

7. د اوبو لیږدونکې یوه نل داخلي قطر $2,54cm$ او په هغه کې د اوبو سرعت $0,914 \,m/\sec$ او فشار یې $172375Pa$ دي. که چیرې دا نل د $1,27cm$ قطر درلودونکې نل سره وصل شي او د یوه تعمیر دویم پوړته چې د ننو تلو د نقطې نه $7,62m$ لوړ واقع دي یوړل شي. په دویم پوړکې د اوبو سرعت او فشار معلوم کړي؟

ځوابونه: ($3,658 \,m/\sec$ ، $8,95 \cdot 10^4 Pa$)

8. که چیرې د یوې الوتکې د وزر لاندې سطحه کې د هوا سرعت $110 \,m/\sec$ وي ددی لپاره چې دوزر لاندې او دوزر د پاسه سطحو ترمنځ د فشار توپیر $900Pa$ وي. د وزر د پاسه سطحې په مخ د هوا سرعت باید څومره وي د هوا کثافت $1,30 \cdot 10^3 \,gr/cm^3$ دي؟ ځواب: ($116 \,m/\sec$)

9. د متحولې مقطع درلودونکې نل کې اوبه جریان لري او د $15 \,m/\sec$ په سرعت سره له نل نه خارجیږي. د نل د کیڼې او ښې خو قطرونه په ترتیب سره $5cm$ او $3cm$ دي او د اوبو جریان په نل کې له کیڼې خواته ښې خواته دي

الف) په $10\min$ کې څومره حجم اوبه له نل نه خارجیږي

ب) په کیڼه خوا کې د اوبو جریان سرعت څومره دي

ج) په کیڼه خوا کې د اوبو فشار څومره دي؟

ځوابونه: (الف $6,4m^3$ ب $5,4 \,m/\sec$ ج $9,8 \cdot 10^4 Pa$)

10. په یوه افقي نل کې اوبه جریان لري چې مقطع یې په لاندې ډول ده:

د نل لومړنۍ یا ابتدائي شعاع $0,200m$ ، منځنۍ یا وسطي شعاع يې $0,400m$ او وروستۍ یا نهايي شعاع يې $0,600m$ ده. که چیرې په لومړنۍ مقطع کې د اوبو د جریان سرعت $9,00\cdot10^{-2}\, {}^{m}/_{sec}$ وي. په وروستۍ یا اخرنۍ مقطع کې د اوبو سرعت پیدا کړي؟

ځواب: $(0,01\, {}^{m}/_{sec})$

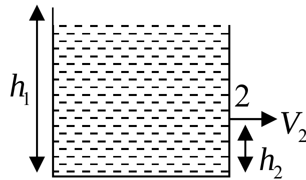
.11 یوه مایع چې کثافت يې $900\, {}^{kg}/_{m^3}$ دي په یوه افقي نل کې چې مقطع يې متحوله او له $1,90\cdot10^{-2} m^2$ نه تر $9,50\cdot10^{-2} m^2$ پورې بدلون کوي جریان لري. په نل کې د پورتنیو دوو مقطعو ترمنځ د مایع د فشار توپیر $7,20\cdot10^{3} Pa$ دي. پیدا کړي

الف) د اوبو د جریان مقدار

ب) له نل نه د تیریدونکې مایع کتله ځوابونه: (الف $0,00776\, {}^{m^3}/_{sec}$ ب $69,8\, {}^{kg}/_{sec}$)

.12 د برنولي د معادلې نه په ګټه اخیستنه سره د هغې تراکم نه منونکې مایع سرعت پیدا کړي چې د یوه سرپرانیستي لوښي د یوه کوچنۍ سورې نه خارجیږي (۷– ۷) شکل.

ځواب: $V_2=\sqrt{2g(h_1-h_2)}$



(۷- ۷) شکل

.13 یو مربع ډوله حلبي قطۍ چې کتله يې $76g$ او د لاندینۍ برخې مساحت يې $38cm^2$ او ارتفاع يې $6cm$ دي په اوبو کې لامبوو هي. د قطي د هغې برخې لوړوالې پیدا کړي چې د اوبو له سطحې نه لوړ دي؟ ځواب: $(4cm)$

.14 په مایعاتو او ګازاتو کې ولی ټیله کونکې قوه رامنځ ته کیږي؟

(ځواب: ټیله کونکې قوه د فشار د توپیر له کبله په مختلفو ژوروالیو کې رامنځ ته کیږي)

.15 یوه مایع چې کثافت يې $791\, {}^{kg}/_{m^3}$ دي په آرامه توګه د یوه افقي نل نه چې مقطع يې $A_1=1,2\cdot10^{-3} m^2$ نه تر $A_2=\frac{A_1}{2}$ پورې بدلون کوي یعنی تنګیږي تیریږي. د نل د تنګې او پراخې برخو تر منځ د فشار توپیر $4120Pa$ دي. د نل نه د تیریدونکې مایع مقدار پیدا کړي؟ ځواب: $(2,24\cdot10^{-3}\, {}^{m^3}/_{sec})$

16. د يوې ورسۍ (اشه دارۍ) اندازه $3,4m$ په $2,1m$ کې ده. د طوفان او باد د تيريدو له کبله د باندې هوا فشار $0,96atm$ کميږي، خو د کوټې د ننه د هوا فشار $1,0atm$ ساتل کيږي. کومه خالصه قوه په ورسۍ باندې عمل کوي؟
ځواب: ($2,9 \cdot 10^4 N$)

17. د کورنه د لاندې د اوبو د نل داخلي قطر $1,0in$ ، د اوبو سرعت $3,0 \,{}^{ft}\!/_{sec}$ او فشار يې $25 \,{}^{Lb}\!/_{in^2}$ دي. که چيرې دا نل د يو بل نل سره چې قطر $0,50in$ دي وصل شي او دويم پوړته چې له ځمکې نه $25\,ft$ لوړ دي يوړل شي. په دويم پوړ کې الف) د اوبو سرعت ب) د اوبو فشار پيدا کړي؟
ځوابونه: (الف $12 \,{}^{ft}\!/_{sec}$ ب $13 \,{}^{Lb}\!/_{in^2}$)

18. د اوبو دوه واړه سيندونه يو له بل سره يوځاى کيږي او يو نسبتاً لوى سيند جوړوي. د لومړۍ واړه سيندسور $8,2m$ او ژوروالې يې $3,4m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,3 \,{}^{m}\!/_{sec}$ دي. د دويم واړه سيند سور $6,8m$ او ژوروالې يې $3,2m$ او د اوبو سرعت په هغه کې $2,6 \,{}^{m}\!/_{sec}$ دي. د دواړو وړو سيندونو نه جوړ شوى لوى سيندسور $10,5m$ او د اوبو د جريان سرعت په هغه کې $2,9 \,{}^{m}\!/_{sec}$ دي. د لوى سينده ژوروالې معلوم کړي؟ ځواب: ($4m$)

19. يو جسم له يوه فنري ترازو نه راځړيږي. دا ترازو په هوا کې د هغه وزن $30N$، په اوبو کې $20N$ او په يوه بله مايع کې چې کثافت يې مجهول دي $24N$ ښيې. د وروستۍ مايع کثافت پيدا کړي؟ ځواب: ($600 \,{}^{kg}\!/_{m^3}$)

اتم فصل

تودوخه Heat

سريزه :تودوخه او ساړه هغه مفاهيم دی چه په انسانی او تخنيکی اړخونو کی تری ګټه اخيستنه د ډيرپخوانيو زمانو څخه رواج لری، کله چه ژمی شی، انسانان کوټو ته مخه کوی په معاصره نړی کی، دتو دوخی دحاصلولو لپاره مختلف ميتودونه شته، خوپه وروسته پاتی نړی کی لاتر اوسه دسون د يو عنعنوی او ساده موادو لکه لرګي، بوټی دحيواناتو فضله مواد، حتی کله کله خپله حيوانات هم دتودوخی دتوليدې ضرورت په حيث استعماليږی، دتودوخی ډيره لويه چينه زموږ په لمريز نظام کی لمردی. لمردتودوخی دحاصلولو ډيره پاکه اومطمٔنه چينه ده په کليوالی او ښاری چاپيريال او معاصره نړۍ کی دلمر تودوخې څخه ګټه اخيستنه ډيره مروجه شوی ده. همدارنګه دنفت اوګاز دسوزولو څخه هم ډيره ګټه اخيستله کيږی ، برښنا داوبو او اتومی سون موادو څخه په لاس راځي دبرښنا څخه په پخه ولو اوتودولو کې خورا ډيره ګټه اخيستل کيږی :
انسانان ودی ته متوجه شوی دی ، چه دانرژی د ټولو قسمونو څخه په تودوخه کې ګټه اخيستنه يوشان نده . دچاپيريال ککړتيا، دروغتيايي حالت ساتنه دا ټول هغه څه دی چې بايد له پامه ونه غورځول شي. اوس که اصل موضوع ته راشو دعلما و له نظره تودوخه په مختلفو وختونو کی په متفاوته بڼه څيړل شوی ده ، دلمړی ځل لپاره يو انګليسي عالم د رامفورد (Rumford) په نامه د تودوخی دارزونی په اړوند د ډيرو تجربودسرته رسولو وروسته يوه نظرپه رادمخه کړه چه د کالوريک (Coloric) نظريی په نوم ياديږی او په لاندينو اصولو ولاړه ده:
الف– تودوخه ذخيره کيدای شی ، که چيری څو تاوده او نسبتاً ساړه اجسام په يوتړلی ظرف کی يوځای کړو ، نودتودو اجسامو څخه تودوخه ساړه اجسام اخلی – هغومره تودوخه چه تود جسم يا اجسام له لاسه ورکوی ، په همدغه اندازه ساړه اجسام تودوخه اخلی.

ب ــ کله چه اجسام تودوخه اخلی نو انبساط کوی .(پړسیږي، اوږدیږی) اوحجم یې زیاتیږي.

ج ــ کله چه دیوجسم حالت دجامد څخه مایع ته او دمایع څخه گاز ته تغییر مومی، نو په دغه حالتونو کی دتودوخی درجه تغییر نکوی، بلکه تودوخه دجسم دحالت په داخلی تغییر کی مصرف کیږی.

د ډیرو پخوا زمانو څخه دتودوخی په اړوند دوه متضادی نظریی موجودی وی. چه هری نظریی یوشمیر طرفداران درلودل. دیوی نظریی طرفداران په دی باورۆ چه گوندی، تودوخه یو قسم حرکت دی، اودبلی نظریی طرفدارانو ویل چه تودوخه یو قسم سیال دی.

وروستی نظریی ډیرطرفداران درلودل او دنونسمی پیړی ترپای ډیره دباور وړوه. ددی تیوری په بنسټ، تودوخه دیو سیال د جریان څخه عبارت دی، چه کالوریک نومیږی ددغې نظریی په اساس کلوریک چه په هر جسم ورزیات شی، په نوموړی جسم کی دتودوخی ددرجی او چتیدو باعث گرځی او دهغه جسم څخه چه دکلوریک مقدارکم شویدی ، دهغه دتودوخی درجه کمیږی . پدغه نظریه کی دالازمه ده چه وویل شی، چه کالوریک نه ایجاد کیدای شی اونه له منځه ځي. او داورستی جملې د الف برخی حقایق تاییدوی، دیوجسم انبساط هم دتودوخی ددرجی په پورته کیدو سره په دی ډول توضیح کیږی چه د ب په قسمت کی راغلی دی . کله چه کالوریک دیو جسم څخه وبل جسم ته لیږدول کیږی ، نودنوموړی جسم دتودوخی درجه پورته ځي اودغه لیږدول شوی کالوریک دانبساط سبب گرځي.

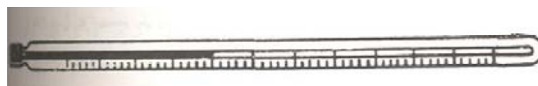
داجسامو دحالت په بدلون کی دتودوخی درجی ثابت ساتنه په تجربی لحاظ یوښکاره حقیقت دی چه د تودوخی دکالوریک سیلان دپام وړوه او باور پری کیدلای شولو. وروسته د تخنیک دپرمختگ سره اودتودوخی څخه په مختلفه توگه گټه اخیسته، پورتنی نظریی و نشوکړی چه ځینی سوالو نو ته ځواب ووایی. بالاخره خپله رامفورد او یوتعداد نور و علماً لکه ژول وښودله چې تودوخه په میخانیکی کار بدلیداې شي. ده دیوتعداد تجربو په لړکی دتودوخی او اجراشوی کار ترمینځ یونسبت لاسته راوړل چې د تودوخې دمیخانیکی معادل په نامه سره یادیږي.

نن داثابته ده چه دتودوخی مقدار د یو جسم دمالیکولونو دحرکی انرژی څخه عبارت دي دغه تعریف نظر د اجسامو حالت ته په جلا جلا توګه توضیح کیږی خو په مجموع کی همدغه پورتنی تعریف کافی دی.

۸– ۱:دتودوخې درجه Temperature

دتودوخی ددرجی مفهوم ، دانسان په واسطه د ګرموالې او سوړوالې له احساس څخه راپیدا شوې دی. فرض کړی چه دانسان بدن په ټاکلی اندازه تودوالی لری ، که چیری داسی یوانسان دخپل وجود دتودوخی څخه سوړجسم سره په تماس کې شی، نو داسې احساسوی، چه نوموړی جسم سوړ دی او که چیری دخپل ځان د تودوالی څخه نسبتاً تودجسم سره په تماس کی شی ، نونوموړی جسم ورته تود احساسیږی ددغه لمړنی احساس په نظرکی نیولو سره دتودوخی درجې تر ننی ډیرپیچلی تخنیکی پرو سوپوری انکشاف کړیدی د ډیرساده دلمریزی ورځی د تودوخی د درجی څخه نیولی د آتومی بټیو دتودوخی د درجی معلومول نن ممکن کاردی ، دطبی ساده تر مومیتر څخه نیولی د ډیرو پیچلیو فزیکي حوادثو دخیړ نو آسانتیاوی دهمدې لیارې ممکن دی. راځی وګورو چه دتودوخی ددرجی داندازه کولو وسیله ولی ترمومیتر نومیږی ترمو په لاتینی ژبه تودوخی ته ویل کیږی او متر داندازه کولو وسیلی ته ویل کیږی. مخکی له دې چه دترمومیتر پرچوړښت خبری وشی یوه بله ډیره ضروری اصطلاح باید توضیح شی.

او هغه دتودوخی دتعادل او یوشان کیدو اصطلاح ده دابايد ومنو (په ترمودینامیک کی ثبوت کیږی) چه تودوخه دیونسبتاً تود جسم نه ویوسوړ جسم ته ترهغه وخته پوری انتقال کوی ، ترڅو چه د دواړو جسمونو دتودوخی درجه برابره شی . وګوری کله چه یو طبیب یو ناروغ معاینه کوی نو تر مومیتر ورته دژبی اویا تخرګه لاندی ږدی ترڅو دناروغ شخص او ترمومیتر د موادو تر منځ دتعادل حرارتی پروسه تکمیله شی، نوبیا ډاکتر خپله دترمومیتر آله ګوری اودهغی څخه پوهیږی چه ناروغ تبه لری اوکه نه، اوکه لریی نوڅومره ده. داځکه چه دانسانانو دوجود متوسطه تودوخه دروغ شخص لپاره په متوسط ډول دسانتی ګراد $37C^{\circ}$ ده .



(۸- ۱) شکل

په (8-1) شکل کی یوطبی ترمومیتر چه د سیمابو پر اساس کارکوی ښودل شوی دی دلته په یوکوچنی ظرف کی چه دتودوخی هادی دی پاره (سیماب Hg) دنورمال فشار لاندی اچوی ، اوبیا هغه دیوه درجه لرونکی نل سره وصل کوی ګورو چه دتودوخی د اخیستلو په ذریعه د انسان دوجود او پاری ترمنځ د تودوخی تعادل برقرارېږی ، پاره انبساط کوی په درجه لرونکی نل کی پورته ځی، دتعادل دبرقرار کیدو وروسته پاره ځای په ځای ودیږی او موظف نفر هغه په آسانی سره لولی: همدارنګه کیدای شی په سرتړلی بیکر کی یومقدار ګاز واچو او دهغه په پاسنی برخه کی د فشار معلومولو یوه اله وصل کړو ، کله چه دتودوخی درجه پورته کیږی، نو پدغه سرتړلی بیکرکی دګاز فشار هم پورته ځی .

همدارنګه کیدای شی، د برښنا پوسیله دیوسیم د مقاومت په تغیر ورکولو سره د تودوخی د درجی دښکته پورته کیدو په هکله خپل معلومات د تودوخی په اړوند معلوم او ثبت کړو.

او ګوری چه د اجسامو د فزیکی خصوصیاتو څخه په ګته اخیسته دتودوخی د درجی په پام کی نیولو سره په کافی اندازه علمی معلومات لاس ته راوړلی شو.

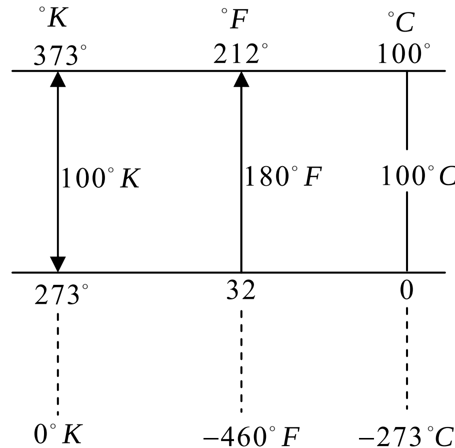
۸- ۲:ترمومترونه او دتودوخی د درجی اندازې

Thermometers and Temperatures Scale

د اجسامو د تودوخی داندازی د معلومولو لپاره د ترمومترو څخه استفاده کیږی. داندازه کولو په سیستمونو کې ترمومیترونه ډیر ډولونه لری حتی کیدای شی په پیچلیو تحقیقاتی څیړنوکی یو څیړونکی دخپل ځان لپاره یوخاص ترمومیتر جوړ کاندی. خو دا اوس په نړی کی دری قسمه ترمومیترونه رواج لری ، چه دسانتیګراد د تودوخی درجه ، دفارنهایت د تودوخی درجه او دتودوخی اندازه کولو مطلقه درجه (کلوین) ترمومیتر، چه په (۲- ۸) شکل کی ښودل شوی دی.

د سانتی ګراد د تودوخی درجی صفر د اوبو دکنګل کیدو له حالت سره مطابقت کوی، او دهمدغه اوبو د خوټیدو (جوش) حالت دسلو په عدد نښه شوی دی. دصفر او سلوتر مینځ ښیښه یی نل په سلو مساوی برخو ویشل شویدی او هری برخی ته دساتنی ګراد د تودوخی یوه درجه ویل کیږی . په کیفی توګه کیدای شی دیوی مشخصی او بلنی مادی د دوو متضادو حالتونو لپاره حسابی ارقام نښه کړو او ددغو دوو رقمونو ترمنځ فاصله چه

دنوموړی مادی متفاوت حالات نسبي په مساوي برخوو ويشو او هری برخی ته یی دتودوخی اړونده درجه ووایو همدارنګه د برښنایی جریان په مرسته اوداسی نور کولی شو، دتودوخی داندازه کولو ترمومیترونه جوړ کړو. مونږ دلته شکل کی دفارنهایت F°، کلوین K° او سانتی ګراد ترمومیترونو ترمینځ اړیکه څیړو.



(8- 2) شکل

۸– ۳: دسانتی ګرید، فارنهایت او کلوین ترمومیترونو ترمینځ آړیکې

د مخکینی شکل څخه ښکاریږي چې د فارنهایت هره درجه د سانتی ګراد ددرجی $\frac{9}{5} = \frac{180}{100}$ برخه کیږی یعنی:

$$1\text{F}^{\circ} = \frac{9}{5}C^{\circ} + 32$$

په عمومی توګه

$$t_{\text{F}} = \frac{9}{5}\text{t}_{C} + 32^{\circ}$$ ۸– ۱:

(۸– ۱) مثال: دسانتی ګرید $10C^{\circ}$ د فارنهایت څودرجی کیږی ؟

حل : د (8–1) رابطې څخه لروچی:

$$\text{t}_{\text{F}} = \frac{9}{5} \cdot 10 + 32 = 50\text{F}^{\circ}$$

په همدی ترتیب د سانتی ګرید تودوخی درجی او فارنهایت ترمنځ اړیکه په لاندې ډول حاصلولی شو.

$$t_{C} = \frac{5}{9}(\text{t}_{\text{F}} - 32^{\circ})$$ ....(۸– ۲)

(۸– ۲) مثال: دفارنهایت $50F^{\circ}$ د سانتی ګرید څو درجې کیږي:

حل: له (۸– ۲) رابطې څخه لروچې:

$$t_C = \frac{5}{9}(50 - 32)$$

$$t_C = \frac{5}{9}(18) = \frac{90}{9}$$

$$t_C = 10C^{\circ}$$

همدارنګه په ډیره آسانی سره کولای شو د مطلقه درجی K او سانتی ګراد دتودوخی درجی، د مطلقه اوفارنهایت درجوترمنځ ارتباط په آسانی سره پیداکړو.

هغه فرضیه چه په $-273،15C^{\circ}$ تودوخه کې دګازونو فشار صفر کیږی د تجربی سره کاملاً مطابقت کوی که شکل ته وګورو دسانتی ګراد، $0C^{\circ}$ دکلوین یا مطلقه درجی $273،15K^{\circ}$ سره مطابقت کوی، نوپدی لحاظ

$$t_K = t_C + 273,15 \qquad (۸– ۳)$$

۸– ۳ مثال: دسانتی ګرید $20C^{\circ}$ په کلوین واړوی؟

حل : له (8–3) رابطی څخه لروچې:

$$T_K^{\circ} = 20C^{\circ} + 273,15$$

$$T_K = 293,15K^{\circ}$$

استاذ دی محصلینو ته موقع ورکړی، ترڅودکلوین او فارنهایت دتودوخی درجو ترمینځ ارتباط برقرارکړی.

۸– ۴: تودوخه او داجسامو دری ګونی حالت Heat and States of Matter

باید وویل شی چه د ځمکې په مخ یا زمونږ په سیاره کی اجسام په جامد «کلک» اویلن او ګاز ویشل شوی دی.

اما په نړی کی دتخنیکی او علمی ودی سره سم داسي ضرورتونه رامینځ ته شول چه داجسامو طبیعی حالت ته يې دفزیکی پارامیترونو په تغییر ورکولو سره تغییر ورکړی دی.

دجسم دحالت پارامیترونه، داجسامو دتودوخی راکړی ورکړی په ، نتیجه کی رامینځ ته کیږی، چه په نتیجه کی یی دجسم حالت تغییر مومی.

دری ګونی لاندینی حالات ممکن دی

ګاز ⇆ اوبلن مواد

کلک یا جامد ⇆ اوبلن مواد

ګاز ⇆ کلک یا جامدمواد

داجسامو دحرارتی تعادل په نتیجه کی ، تودوخه باید واخیستل شی اویا ورکړل شی چه دغې تودوخی ته Transformation انرژی ویل کیږی « دتبخیر اویا جذب تودوخه » د دا ډول بدلون په نتیجه کی دتودوخی درجه اوفشار ثابت پاتی کیږي. مونږ کولای شو، چه ددغه توضیح څخه به ګتی اخیستلو د Transformation تودوخی مقدار تعریف کړو، په دی شرط چه دتودوخی درجه ثابته پاتی شی.

۸– ۵: دتودوخی مقدار

تعریف: « n – gram » مادی دحالت phase دتغییر ورکولو لپاره n- مراتبه تودوخه ضرورت ده، نسبت وهغه تودوخی ته چه 1gram یوګرام همدغه مادی د please دتغییر ورکولو لپاره ضرورت ده یا ویلی شو چه د Transformation تودوخه دکتلی دمقدار سره مستقیماً متناسبه ده : دغه تعریف ترهغه وخته صحیح دی چه دتودوخی درجه د Transformation انرژی دبدلون په وخت کی ثابته پاتی شی. کله چې یو جسم چې د تودوخې درجه یې t_1 ده د یو بل جسم سره چې د تودوخې درجه یې t_2ده ($t_1 > t_2$) په تماس کې شي لومړی جسم د Q_1 په اندازه تودوخه دویم جسم ته ورکوي چې په دې حالت کې د دویم جسم تودوخه Q_2 کیږي. دلته د Q_1 هغه مقدار تودوخه چه لمړنی جسم یی له لاسه ورکوی د Q_2 تودوخی سره چه دوم جسم یی اخلی مساوي ده کیدای شی چه Q_1 او Q_2 تودوخه د Transformation تودوخه وی.

په تاریخی لحاظ دتودوخی مقدار په مختلطه توګه د یوی عملیې څخه لاسته راغلی دی. دوه جسمونه چې د کتلو مقداریی m_1 او m_2 دی په پام کی نیسو، به دی شرط چه $t_1 < t_2$ دی. دغه دوه جسمونه دیوبل سره په تماس کی راوړو « یا سره ګډو» دیوځای شویو جسمونو د تودوخی درجه د t_3 قیمت اخلی « یعنی د $m_1 + m_2$ د تودوخې

درجهt_3 ده ». د تودوخې دتعادل معادلې يعنې اخيستل شوی اوورکړشوی تودخې په اساس ليکلی شو چې:

$$Q = cm_1(t_2 - t_3) = cm_2(t_3 - t_1) \quad \text{...........(۴ -۸)}$$

په داسی حال کې چه C دجسم د مخصوصه تودوخې په نوم يادېږي. له دی ورروستی معادلې څخه ليکلی شو چه

$$t_3 = \frac{m_1t_1+m_2t_2}{m_1+m_2} \quad \text{.................................(۵ -۸)}$$

دغه فورمول د بدلون وړ دی. يعنې دتودوخې ددرجې دبدلون په صورت کی نه تطبيق کيږی. همدارنګه د m_1 او m_2 اجسامو ديوځای کيدو په حالت کی فشار P او حجم V دt_3 دتودوخې درجې لپاره ثابت په پام کی نيول کيږی. پورتنی فورمول يوائې دتودوخې د ډيروکوچينيو درجو دتوپير لپاره صحيح دی. که چيری $t_3 = t_1 + dt$ او $t_2 =$ $t_1 + dt_1$ وی نوليکلی شو چه

$$C(m_1 + m_2)dt = cm_2dt_1$$
$$dt = \frac{m_2}{m_1+m_2}dt_1$$

ددی روابطو په پام کی نيولو سره يوه نسبتاً صحيح معادله دتودوخې د مقدار لپاره داسې لاسته راځی:

$$Q = m\int_o^t c(\mathrm{t})\mathrm{dt} = \mathrm{m}\int_o^t \acute{c}\ (\acute{t}\ )d\acute{t}$$

په داسې حال کی چه په عمومی توګه C دتودوخې د درجې يعنی t پوری اړوند دی.

که څه هم دوروستنی رابطی پوسيله د Q محاسبه معموله نده ترڅو چه مخصوصه تودوخه دقيقه محاسبه ونشی نوکيدای شی وروستی رابطه داسې وليکو:

$$\delta Q = mcdt = m\acute{c}\ \ d\acute{t} \quad \text{................(٦ -۸)}$$

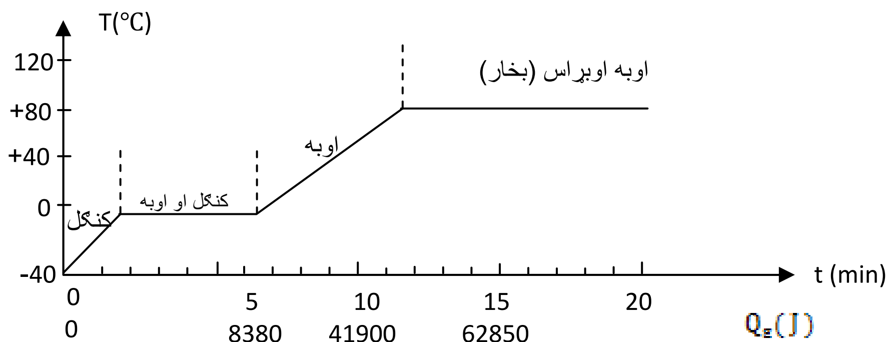
البته واضح ده چه مخصوصه تودوخه دتودوخې درجې په ذريعه تعريف کيدای شی.

۸- ٦:داجسامو دحالت بدلون Phase transition

مخکی مو ولوستل چی ماده په طبيعت کی د جامد، او بلن اوګاز په ډول پيداکيږی. دتودوخې په مرسته يو جسم خپل حالت بدلوی ددی مسئلی دروښنتيا او توضيح لپاره اوبه

چې کیمیاوي او حیاتي ماده، ده او په طبیعت کې په زیاته اندازه پیداکیږي په پام کې نیسو. پوهیږو چې اوبه یوه او بلنه ماده ده او دسرږوالي په پایله کې په جامد جسم، یعنې کنګل اودګرموالي په پایله کې دخوټیدو « جوش» ترحده په ګازي ماده، یعنې بړاس یا بخار بدلیږي که چیرې یوه اندازه کنګل په تودوو اوبو کې کیږیدو، تودوخه له اوبونه ګنګل ته لیږدول کیږي ، ترڅو په $0C^{\circ}$ کې حرارتي تعادل برقرارشي. په دې عملیه کې اوبه سړیږي، خوکنګل نه ګرمیږي پوښتنه پیداکیږي هغه تودوخه چې اوبه یې له لاسه ورکوي چیرې ځي اويا په هغه څه کیږي. معلومیږي چې یوه اندازي کنګل ویلې شوې دي. دا په دې مانا ده چې په $0°C$ کې د اوبو داخلي انرژي د هم هغې اندازې کنګل له داخلي انرژۍ نه زیاته ده. کنګل په $0C^{\circ}$ کې تودوخه جذبوي، خودتودوخې درجه یې بدلون نه کوي اوپه عوض کې یې حالت بدلون کوي ، یعنې د جامد حالت نه اوبلن حالت ته اوړي.

ددې موضوع دبررسي لپاره $100g$ کنګل په $-40C^{\circ}$ تودوخه کې په پام کې نیسو. کنګل په یوه تړلې دستګاه کې ایږدو او په ثابت مقیاس تودوخه ورکوو $(2-8)$ شکل ګراف د کنګل دحالت بدلون په داسې حالت کې ښیې چې تودوخه دوخت تابع ده. په لومړۍ دقیقه کې کنګل ګرمیږي او دتودوخې درجه یې $0C^{\circ}$ ته رسیږي.



شکل (2-8)

وروسته دکنګل ویلې کیدل پیل او د څلورو دقیقو لپاره د صفر درجې د کنګل او اوبو مخلوط رامنځ ته کیږي کله چې ټول کنګل ویلې شي او به ګرمیږي او په راتلونکو پنځو دقیقو کې یې د تودوخې درجه $100C^{\circ}$ ته رسیږي.

وروسته او به په جوش راځي او همدارنګه له اوبونه په بخار بدلیږی داوبو او بخار مخلوط تولیدیږی. او ویشت (۲۷) دقیقی وروسته ټول د اوبوبخار او د بخار دتودوخی درجه د $100C^{\circ}$ نه زیاتیږی چې دانقطه په ګراف کی نه معلومیږی.

ګراف دتودوخی ددرجی دزیاتوالی د مقیاس په حساب هم درجه بندی کولی شو. د پنځو دقیقو په موده کی د اوبو د تودخی درجه له $0C^{\circ}$ نه تر $100C^{\circ}$ پوری لوړیږی. د $Q = mc(t_2 - t_1)$ معادلی پربنسټ 100g اوبود تودوخی د درجی دازیاتوالی د 41900J انرژی مصرف غواړی. له دی کبله ویلی شو چی هردقیقه 8380J تودوخه زیاتیږی اوس کولی شو په افقی محور باندی بل مقیاس علاوه کړو چې په سیستم باندی دعلاوه شوی تودوخه څرګندوی دی.

دلومړی او پنځمی دقیقی په منځ کی33500J انرژی کنګل ته ورکړل شوی ده په دی واټن کی هیڅ ډول تودوخیزبدلون نه دی رامنځ ته شوی د انرژی یا تودوخی ددی زیاتوالی یوازینی اغیزه دکنګل ویلی کیدل دی . په ظاهری توګه دیوګرام صفر درجی کنګل دویلی کیدولپاره 335J انرژی یا تودوخه مصرف شوی ده. دامقدار انرژی 335J/g د کنګل دویلی کیدو د مخفی یا پټی تودوخی په نوم یادیږی. دیوی ټاکلی اندازی کنګل دویلی کیدو لپاره لازمه انرژی دلاندی رابطی نه په لاس راځي:

$$Q = mL \quad \text{.................................} (۸- ۷)$$

په پورتنی رابطه کی L دویلی کیدو پټه تودوخه ده.

(۸- ۴) مثال: د300g صفر درجې کنګل دویلی کیدو لپاره څومره تودوخه لازمه ده؟

حل :

$$Q=mL=(300g)(335J/g)$$
$$= 101000 \text{ J}$$

۸- ۵: دتودوخی لیږد (انتقال) Transfer of Heat

تودوخه له یوه جسم نه بل جسم ته یادیوه جسم له یوی برخی نه بلی برخی ته په دریو طریقو لیږدول کیږی هره یوه یی په لنډه توګه مطالعه کوو. ددی لپاره چی یو جسم بل جسم ګرم کړی، نو ددوی ترمنځ واقعی تماس ضروری او حتمی نه دی، څکه پوهیږی چی

لمر له ډیر لیری واټن نه ټول شیان ګرموی که څه هم تودوخه په دری مختلفو طریقو او په هره طریقه کی دځانګړیو شرایطو لاندی لیږدول کیږي، خو ددوی ترمنځ ګډه وجه داده چې تودوخه همیشه له ګرم یا تودجسم نه ساړه جسم ته لیږدول کیږی.

که چیری دیوه او سپنیز سیخ یو سرد زیات وخت لپاره په اورکی کیږدو د هغه بل سرهم ګرمیږی. تودوخه دسیخ دبدنی یا تنی له لاری له ګرم سرنه یخ یا ساړه سرته لیږدول کیږی د توودوخی د لیږددا طریقه یا دانرژی سیلان د مادی له لاری د هدایت (Conduction) په نوم یادیږی د تودوخی ترټولو ښه هادیان فلزات او په ځانګړی توګه سپین زر،مس او المونیم او کمزوری هادیان غیر فلزات دی.اوبه د تودوخی ډیره کمزوری هادی ده. که چیری داوبوډک یو لوښې داوردپاسه کیښنودل شی ښایی داوبو سطحه په جوش راشی په داسی حال کی چی داوبو تل به لا اوس هم سوړوی . ددی لپاره چی اوبه په یونواخت ډول ګرمی شی باید نوریی هم په اورکیښنودل شی. په دی حالت کی د ظرف یا لوښی دتل اوبه ګرمی او انبساط کوی او کثافت یی کمیږی. ددی په پایله کی ګرمی اوبه د لوښې له تل نه پورته خو اته او سړی اوبه د لوښې دتل خواته ځی او اورته ځان نږدی کوی. دی عملیې ته چی جریان وایی تر هغو پوری دوام کوی ترڅو د اوبو ټول حجم د لوښی په داخل کی دجوش نقطی ته ورسیږی.

د تودوخې لیږد دجریان (Convection) له لاری یوازی دټاکلیو شرایطو لاندی ترسره کیږی لومړی شرط دادی چی ماده باید سیال وی، یعنی د جاری کیدو وړتیا ولری، ترڅو ګرمه برخه د سړی برخی له منځ نه پورته ولاړه شی همدارنګه سیال باید له کوزی خوا نه ګرم اویاله پاسه خوانه سوړشی. په کوټه کی بخاری یا بله دګرمولو وسیله دکوټی په غولی « کف» کی قرار لری په داسی حال کی چې دیخچال سړه ونکی برخه د هغه په پوتنی برخه کې قرار لری. د هدایت په واسطه د تودخې دلیږدیا انتقال نه دمخنیوی ډیر وسایل شته دی. دا وسایل دهوا د جریان نه د مخنیوی په واسطه د تودوخی د لیږد خنډ کیږی. له دی کبله د کوټی د دیوالو نو د منځ فضا اسفنج نه ډکوی او خپل ځانونه په وړینو ټو کرانوکی پټوو او سفری یخدانونه له اسفنج نه جوړوی. هوا د تودوخی خو را کمزوری هادی ده د تودوخی دلیږد دریمه طریقه د تشعشع (Radiation) طریقه ده. تودوخه له لمرنه مونږ ته د ډیرو پراخو خلا ګانو او خالی فضا په تیریدوسره رارسیږی او داواټن د نه

لیدونکو «نا مرئی» وړانګو په ډول طی کوی . هرګرم جسم له هغی جمله نه خپله تاسو داډول وړانګی لیږدوی. ساړه اجسام دا تودوخه جذبوی. ویلی شو چی تودوخه دنور په شان د تشعشع له لاری اوپه مستقیم خط لیږدول کیږئ. له دی کبله ده کله چې تاسو په آزاده هوا کی داور مخ ته کښینی مخ مو له ګرمی نه سور کیږی اوشامویخ وهی.

دیوه جسم تشعشع اویا دهغه په واسطه د تودوخی جذب دهغه جسم دسطي په رنګ پوري تړاو لرې. تورجسم هرډول تشعشع په چټکی او اغیزمنه توګه جذبوی. تور جسم کله چی ګرم وی ښه تشعشع کوی. سپین جسم نه ښه تشعشع کوی او نه په ښه ډول تودوخه جذبوی.

۸− ۸:د فصل لنډيز

- تودوخه د SI يو بنسټيز کميت دی اوتودوخه يو ډول انرژی ده.
- د SI په سيستم کې د تودوخې درجه په کلوين سره اندازه کيږی د سانتی ګريد او کلوين ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

$$t_C = t_K - 273.15^{\circ} \quad (۸-۸)$$

- دفارنهايت او سانتی ګريد ترمنځ رابطه عبارت ده له:

$$t_F = \frac{9}{5} t_C + 32^{\circ} \quad (۹-۸)$$

- ديوه جسم دتودوخې مقدار يا اندازه مساوی ده په:

$$Q = mc(t_2 - t_1) \quad (۱۰-۸)$$

- مخصوصه تودوخه C د تودوخې هغه مقدار ته ويل کيږی چې ديو ګرام يوې مادې دتودوخې درجه دسانتی ګريد يوه درجه لوړه کړئ. د مخصوصه تودوخې داندازه کولو واحد J/Kg. grad دي.
- تودوخه په درې ډوله هدايت، کانوکشن او تشعشع سره ليږدول کيږي.
- ديوې ټاکلی اندازی کنګل دويلي کيدو لپاره لازمه تودوخه عبارت ده له:

$$Q = mL \quad (۱۱-۸)$$

L د مادې پټه يا مخفي تودوخه ده او واحد يې J/g دی.

د اتم فصل تمرین

1. دتودوخی په کومه درجه کی دفارنهایت په ترمومیترکی لوستل شوې عدد مساوي دئ له «الف» دسانتی ګراد له دوه چنده سره « ب» دسانتی ګراد له نیمایی سره.

ځوابونه: « الف » $320F^\circ$ «ب» $-12.3F^\circ$

2. په 1964 کال کې دروسې د سیبریا به یوه کلی کې د تودوخې درجه $-71°C$ ته ټیټه شوه. د تودوخې دا درجه دفارنهایت له جنسه څومره کیږی « ب» دامریکا په لویه وچه کی په کالیفورنیا کی ترټولو لوړه د تودوخی درجه $134F^\circ$ ثبت شوی ده. دتودوخی دا درجه دسانتی ګراد له جنسه پیداکړی.

ځوابونه: « الف » $96F^\circ$ – «ب» $56.7C^\circ$

3. دتودوخې په کومه درجه کې دوه لاندیني ترمومیترونه یوشان یا مساوی تودوخه ښییې « الف » فارنهایت اوسانتی ګراد « ب » فارنهایت او کلوین « ج» سانتی ګراد او کلوین

ځوابونه: « الف » 40– «ب» 575° « ج » سانتی ګراد او کلوین یوشان عدد په لاس نه ورکوی.

4. 240g اوبه چې په لوړی سرکي دانجماد په نقطه کي واقع دي وروسته له دی چې له نوموړو اوبونه 50.2 KJ تودوخه خارجه شی. پیداکړی چې څومره کنګل نه وهلی اوبه پاته کیږی؟ ځواب: 109 g

5. داوسپنی، پولادو او المونیمو ټوټې یوشان حجم لري. کومه یوه له هغونه ترټولو زیات تودوخیز ظرفیت اوکومه یوه یی تر ټولو کم تودوخیز ظرفیت لري ؟

ځواب: توټولو زیات او سپنه او ترټولو کم المونیم لري.

6. د 0.12Kg کتلي درلودونکی په یوه شیشه یې ګیلاس کی جې دتودوخې درجه یی $15C^\circ$ ده. د $100C^\circ$ جوش اوبه چې کتله یې 0.20 Kg ده اچول شوی دي. په ګیلاس کي داوبو دتودوخې درجه پیداکړې؟ ځواب: $364K^\circ$

7. د 100g جست دګرمولو لپاره له $15C^\circ$ نه تر $35C^\circ$ پورې باید 260J تودوخه جسم ته ورکړل شي. دنومورې جسم « جست» تودوخیز ظرفیت، مولرې ظرفیت او دتودوخې مخصوصه ظرفیت پیداکړی؟

ځوابونه: ($130J/kg.\ ^\circ k$: $\approx 26.9J/mole.\ ^\circ k,$: $13j/\ ^\circ k$,)

8. داوسیدلو کور په یوه شواروز « 24 ساعته » کې څومره تودوخې ته اړتیا لري که چیرې په دې موده کې د کوردمرکز ګرمی سیستم ته $1600\mathrm{m}^3$ اوبه چې دتودوخې درجه یې $90C^\circ$ ده داخل اود $50C^\circ$ اوبه له هغه نه خارج شي؟

ځواب $270 \cdot 10^6$ KJ

9. د $20C^\circ$، $0.40m^3$ اوبه یې د $70C^\circ$ ، $0.10m^3$ اوبو سره ګډې کړي. د تودوخیز تعادل په حالت کې دګډو اوبه دتودوخې درجه څوده ؟ ځواب: $30C^\circ$

10. د 1.0Kg د اوسپنې یوه ټوټه ترڅو درجو پورې ګرمه شوې ده که چیرې هغه په کالورې متر کې داخل او دکالورې متر 11.0 lit اوبو د تودوخې درجه له $11.3C^\circ$ نه تر $30.0C^\circ$ پورې لوړه کړي. دکالوري متر تودخیز ظرفیت په پام کې مه نیسې؟

ځواب: $200C^\circ$

11. په یوه لوښې کې 2lit اوبه چې دتودوخې درجه یې $20C^\circ$ ده پرتې دې نومورې لوښې ته 150 KJ تودوخه ورکول کیږي. دهغه بخار کتله پیداکړې چې داوبو دخوټیدو په نتیجه کې رامنځ ته کیږي . دلوښې له تودوخیز ظرفیت نه صرف نظر وکړې؟

ځواب: 0.17Kg

12. دسیمابې ترمومیتر په واسطه تر $600C^\circ$ پورې تودخه اندازه کیداې شي. داڅرنګه ممکنه ده که چیرې دسیمابو دجوش نقطه $357C^\circ$ وي ؟ ځواب: په تیوب کې دسیمابو د پاسه فضاً له ازوت نه ډکوي چې په پایله کې دسیمابو د جوش نقطه لوړیږي.

نهم فصل

اهتزازي حرکتونه (رپیدنې) او موجونه

Oscillatory Motion and Waves

سریزه: اهتزازي حرکتونه یا اهتزازونه هغې عملیې ته ویل کیږئ چې یو جسم یا سیستم په وار وار د خپل تعادل له حالت نه یوه خوا او بله خوا تیریږي او هر ځل بیرته هغه ته راګرځي. که چیرې دابیرته راګرځیدنه له مساوي وختونو، نه وروسته تر سره شي نو دا ډول اهتزازونه د پریودیکي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د اهتزازونو خورا ښه مثال د دیوالي ساعتونو رقاصه ده.

اهتزازي حرکتونه په پراخه کچه په طبعیت او تخنیک کې وجود لري. د اهتزازونو د فزیکي طبعیت په پام کې نیولو سره هغه په میخانیکي، الکترو مقناطیسي او الکترو میخانیکي باندې تقسیموي. موږ دلته یوازې میخانیکي اهتزازونه مطالعه کوو. اهتزازونه د ډول ډول تخنیکي وسیلو بنسټ تشکیلوي د مثال په ډول د رادیو ټول تخنیک د اهتزازي عملیو پر بنسټ دي. په اهتزاز کونکې سیستم باندې د واردی شوی اغیزې د څرنګوالي له پلوه اهتزازونه په لاندې ډول دي. خپلواک یا مستقل اهتزازونه اجباري اهتزازونه او اوتو اهتزازونه.

که چیرې سیستم وښورول شي یا له ځایه بی ځاي شي او یا د تعادل له حالت نه خارج شي او وروسته په خپل حال پریښودل شي په دی حالت کې چې اهتزازونه رامنځ ته کیږي د خپلواکه یا ذاتي اهتزازونو په نوم یادیږئ. د مثال په ډول د یوه کروي جسم له اهتزازنه یا دونه کولی شو چې د یوه تار په سر پورې تړل شوی دي یعنی رقاصه. په داسې جسم کې د اهتزاز د ایجاد لپاره کولې شو چې کروي جسم د تعادل له حالته بی ځایه او وروسته یې په خپل حال پریږدو.

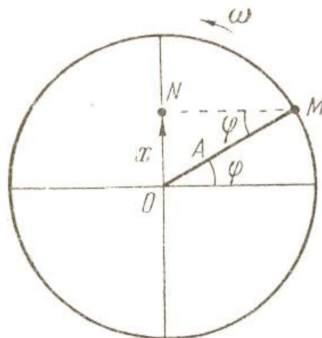
اجباري اهتزازونه هغه اهتزازونه دي چې د هغو په عملیه کې اهتزاز کونکې جسم یا سیستم د داسې قوې له اغیزې لاندې راځي چې په تناوبی ډول بدلون کوي. د اجباري اهتزاز مثال د هغه پل اهتزاز دي چې د هغه په مخ د خلکو (عابرینو) د قدم وهلو په وخت کې رامنځ ته کیږئ. اوتو اهتزازونه (یا پخپل سراهتزازونه)، د اجباري اهتزازونو په شان په اهتزاز کونکې

سیستم باندې د خارجي قوې د اغیزې په واسطه بدرګه کیږي. د اوتو اهتزازونو د سیستم ښه مثال د یوالی رقاصه لرونکې ساعت دي.

۹– ۱: هارمونیک اهتزازونه Harmonic Oscillations

تر ټولو ساده اهتزازونه، هارمونیک اهتزازونه دي دا هغه اهتزازونه دي چې په هغو کې اهتزاز کوونکې کمیت د مثال په توګه د رقاصې انحراف یا تغییر مکان دوخت په نسبت د ساین او کوساین د قانون په مطابق بدلون کوي.

د هارمونیکي اهتزاز تر ټولو ساده مثال د m مادي نقطه ده چې د (۹– ۱) شکل سره سم د هغې دایرې په شا او خوا چې شعاع یې A ده د ω (اومیګا) په ثابت زاویو یې سرعت سره د ساعت د عقربې په مخالف لورې دوراني حرکت او د هغې مرتسم (سیوري) N د y محور د تعادل د موقعیت O د نقطې په شا او خوا پریودیکي اهتزازونه اجرا کوي چې تغییر مکان یا ځای بدلون یې $X = ON$ دي.



(۹- ۱) شکل

د t د وخت په هره لحظه کې تغییر مکان عبارت دي له:

$$X = A\sin\varphi \quad ....(۹– ۱)$$

له بلې خوا پوهیږو چې:

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T}t = 2\pi ft$$

$$X = A\sin\omega t \quad ....(۹– ۲)$$

$$X = A\sin\frac{2\pi}{T}t \quad \text{.........(۹- ۳)}$$

$$X = A\sin 2\pi ft \quad \text{.........(۹- ۴)}$$

(۹- ۲) معادله د هغه هارمونيکي اهتزاز معادله ده چې لومړنۍ فازيې صفر دي، که چيرې په اهتزاز کې لومړنۍ فاز موجود وي په هغه صورت کې د اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$x = A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right) \quad \text{.........(۹- ۵)}$$

په پورتنۍ معادله کې X د اهتزاز بعد يا تغيير مکان ، A امپليتود، ωt فاز او φ_0 لومړنۍ فاز دي.

د اهتزاز سرعت د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ۲) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$V = \frac{dx}{dt} = A\omega\cos wt \quad \text{.........(۹- ٦)}$$

او يا

$$V = A\omega\sin\left(\omega t + \pi/2\right) \quad \text{.........(۹- ۷)}$$

د اهتزاز د تعجيل د لاس ته راوړلو لپاره د (۹- ٦) معادلې نه د وخت په نسبت مشتق نيسو، نو لرو چې:

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2\sin\omega t \quad \text{.........(۹- ۸)}$$

او يا

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) \quad \text{.........(۹- ۹)}$$

د (۹- ۲) رابطې نه په ګټه اخيستنه تعجيل د تغيير مکان له جنسه په لاس راړې شو:

$$a = A\omega^2\sin\left(\omega t + \pi\right) = -A\omega^2\sin\omega t = -\omega^2 X \quad \text{.........(۹- ۱۰)}$$

(۹- ۲)، (۹- ۳) او (۹- ۴) رابطې د هارمونيکي اهتزازونو د معادلې مختلف ډولونه دي. له نوموړيو معادلو، نه څرګنديږي چې په هارمونيکي اهتزازونو کې د اهتزاز کونکې جسم تغيير مکان د ساين او يا کوساين (که چيرې د m د نقطې مرتسم په افقي محور په پام کې ونيسو) د قانون په مطابقت ترسره کيږي.

په اهتزازي حرکتونو کې لاندېنۍ فزيکي کميتونه هميشه په پام کې نيول کيږي:

1. بعُد Elongation: بعد د وخت په یوه کیفي لحظه کې د تعادل له موقعیت نه د جسم فاصله ده.
2. امپلیتود یا د اهتزاز لمنه: په یوه هارمونیکي اهتزاز کې اعظمي بعُد ته امپلیتود وایي یا په بل عبارت د تغییر مکان او فازنسبت د امپلیتود په نوم یادیږي.
3. د تناوب وخت یا پریود: د جسم د حرکت د دوو پرله پسې او مشابه حالتونو ترمنځ زماني واټن ته تناوب وایي یا په بل عبارت د تناوب وخت هغه وخت ته ویل کیږي چې یو اهتزاز په هغه کې بشپړ شي او په T سره ښودل کیږي.
4. فریکونسي: په یوه ثانیه کې د اهتزازونو شمیر ته فریکونسي وایي فریکونسي د پریود د معکوسه ده. د فریکونسي واحد هرتس دی $1Hz = \sec^{-1}$
5. فاز: په یوه ځانګړې لحظه کې د جسم د اهتزاز حالت ته فاز وایي. د فاز فزیکي مفهوم دادي چې هغه په هره لحظه کې تغییر مکان معلوموي، یعنی د اهتزازي سیستم حالت ټاکئ. د بیلګې په توګه په (۹– ۱) معادله کې که $\varphi = \frac{\pi}{6}$ وي، نو په دی صورت کې تغییر مکان یعنی $X = \frac{A}{2}$، که چیرې $\varphi = \pi$ وي، $X = 0$ او که چیرې $\varphi = \frac{3\pi}{2}$ وي $X = -A$ دي.

(۹– ۱) مثال: یو جسم د X د محور په امتداد هارمونیک اهتزاز تر سره کوي. د حرکت معادله یې $X = 4,0\cos\left(\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ ده، که چیرې X په متر او t په ثانیه اندازه شي پیدا کړي:

الف) امپلیتود، فریکونسي او د اهتزاز پریود

ب) د t په وخت کې د جسم سرعت او تعجیل

حل: د حرکت له معادلې نه معلومیږي چې امپلیتود $A = 4,0m$ او $\omega = \pi \, Rad/\sec$،

$$T = \frac{1}{f} = 2\sec \quad \text{او} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\pi}{2\pi} = 0,50\sec^{-1}$$

ب)

$$V=\frac{dx}{dt}=-4,0\sin\left(\pi t+\frac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}(\pi t)$$
$$=-4\pi\sin\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)m/\sec$$
$$a=\frac{dv}{dt}=-4\pi\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)\frac{d}{dt}(\pi t)$$
$$=-4\pi^2\cos\left(\pi t+\tfrac{\pi}{4}\right)m/\sec^2$$

۹– ۲: د هارمونيکي اهتزاز انرژي Energy in Harmonic Oscillation

په هارمونيکي اهتزاز کې په پريوديک ډول د اهتزاز کونکې جسم حرکي انرژي په پوتانشيل انرژي او بلمقابل پوتانشيل انرژي په حرکي انرژي تبديليږي. د اهتزاز کونکې جسم بشپړه انرژي عبارت ده له:

$$W=W_p+W_k \quad \text{.................................(۹– ۱۱)}$$

د حرکي انرژي لپاره لرو چې:

$$W_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\left(\omega t+\pi/2\right)$$
$$=\frac{m}{2}\omega^2A^2\cos^2\omega t \quad \text{.................................(۹– ۱۲)}$$

په پورتنی رابطه کې v د جسم سرعت او m يې کتله ده.

پوتانشيل انرژي چې له ارتجاعي قوې نه ناشي کيږي د يوه ارتجاعي کش شوې جسم (فنر) د پوتانشيل انرژي په شان ارائيه کيږي، يعنی د تغيير مکان له مربع سره متناسبه ده، نو له دی کبله لرو چې:

$$W_p=\frac{1}{2}KX^2=\frac{K}{2}A^2\sin^2\omega t$$

پوهيږو چې $K=m\omega^2$ دي.

$$W_p=\frac{m}{2}\omega^2A^2\sin^2\omega t \quad \text{.................................(۹– ۱۳)}$$

د (۹– ۱۱)، (۹– ۱۲) او (۹– ۱۳) رابطو نه لرو چې:

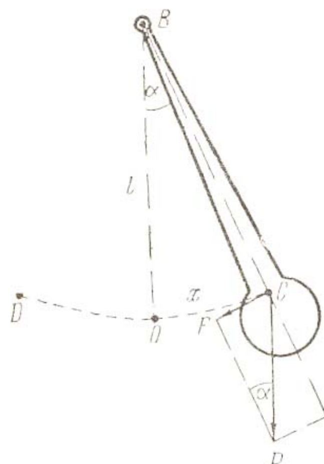
$$W = \frac{m\omega^2 A^2}{2}\left(\cos^2 \omega t + \sin^2 wt\right) = \frac{m\omega^2}{2} A^2 \quad (۹- ۱۴)$$

(۹- ۱۴) رابطه بیانوي چې د هارمونیکي اهتزاز بشپړه یا ټولیزه انرژي ثابته او د امپلیتود له مربع سره متناسبه ده.

۹- ۳: رقاصه

په فزیک کې رقاصه هغه کلک جسم ته ویل کیږي چې د ځمکې د جاذبې قوې تر اغیزې لاندې د یوې نقطې او یا د غیر متحرک محور په شا او خوا اهتزاز وکړي. دوه ډوله رقاصې وجود لري ریاضیکي او فزیکي په لنډ ډول هغه مطالعه کوو.

اوس یو اهتزاز کونکې میخانیکي سیستم د فزیکي رقاصې په توګه په پام کې نیسو دا سخت جسم د جاذبې قوې تر اغیزې لاندې د افقي محور په نسبت اهتزاز تر سره کوي. فزیکي رقاصه په معمولي توګه له یوې میلې څخه عبارت دي چې کښتنۍ سر یې درونډ (پنډ) او له نرۍ سر نه راځړول کیږي (۹- ۲) شکل.



(۹- ۲) شکل فزیکي رقاصه

کله چې رقاصه د تعادل له حالت نه یعنی د OB له موقعیت نه د $\propto$ زاویې په اندازه بلې خواته بې ځایه کړو رقاصه په اهتزاز پیل کوئ او د تعادل د موقعیت ښي او کیڼ اړخ ته

خپل اهتزاز ته دوام ورکوي. که چیرې اصطکاک کم وي نو د رقاصې اهتزاز زیات وخت دوام کوي. د رقاصې د ثقل مرکز C د دایرې په مخ د COD قوس ترسیموي. د تعادل د موقعیت ښي اړخ ته د انحراف زاویه $\propto$ مثبت اوکیڼ اړخ ته یې منفي فرضوو د تعادل موقعیت ته راستنونکې قوه عبارت ده له:

$$F = -Wsin\alpha = -mgsin\alpha$$

په پورتنۍ رابطه کې m د رقاصې کتله ده. د منفي علامه په رابطه کې له دې امله په پام کې نیول کیږي چې د قوې جهت او د انحراف زاویه یو د بل په خلاف لورې دي. د کم انحراف په صورت کې ($\alpha < 0.14rad = 6^\circ$) $sin\alpha = \alpha$په دی صورت کې لرو چې:

$$F = -mg\alpha = -mg\frac{x}{L} \quad (۹- ۱۵)$$

د دوراني حرکتونو د قوانینو مطابق د راستنونکې ارتجاعي قوې F مومنت عبارت دي له:

$$M = F\ell = J\beta$$

په پورتنۍ رابطه کې J د څرېدو د محور په نسبت د رقاصې د عطالت مومنت دي، β زاویوي تعجیل دي په دی حالت کې لرو چې:

$$F = \frac{J\beta}{\ell}$$

څرنګه چې $\beta = \frac{a}{\ell}$ دي، نو لرو چې:

$$F = \frac{Ja}{\ell^2} = -\frac{J}{\ell^2}\omega^2 x \quad (۹- ۱٦)$$

په پورتنۍ رابطه کې ω د رقاصې زاویوي فریکونسي ده. د (۹- ۱۵) او (۹- ۱٦) رابطونه لرو چې:

$$mg\ell = J\omega^2$$

په پایله کې د فزیکي رقاصې زاویوي فریکونسي او پریود عبارت دي له:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad (۹- ۱۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad (۹- ۱۸)$$

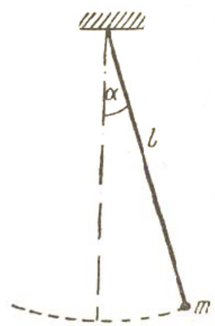
(۹– ۱۷) او (۹– ۱۸) رابطې په ترتيب سره د فزيکي رقاصې زاويوي فريکونسي او پريود دي.

د فزيکي رقاصې نه وروسته اوس رياضيکي رقاصه مطالعه کوو. رياضيکي رقاصه عبارت له يوې مادي نقطې څخه ده چې د يوه بې وزنه تار (د تار له وزن نه سترګې پټيږي) په سرکې ځوړند او اهتزاز اجرا کړي (۹– ۳) شکل. د مادي نقطې د عطالت مومنت له تعريف سره سم، د رياضيکي رقاصې د عطالت مومنت عبارت دي له:

$J = m\ell^2$

په پورتنۍ رابطه کې m د مادي نقطې کتله او ℓ د تاراوږدوالي دي. که چيرې د J دا قيمت په (۹– ۱۸) رابطه کې وضع کړو د رياضيکي رقاصې د اهتزاز پريود په لاس راځي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad \text{.................................(۹– ۱۹)}$$



(۹- ۳) شکل رياضيکي رقاصه

(۹– ۱۹) رابطه بيانوي چې د رياضيکي رقاصې پريود د رقاصې د طول له مربع جذر سره په مستقيمه توګه او د ځمکې د جاذبې د تعجيل د مربع جذر سره په معکوسه توګه متناسب دي د اهتزاز د امپليتود او د رقاصې د کتلې تابع نه دي.

(۹– ۲) مثال: د يوې ساده رقاصې د تناوب وخت او فريکونسي پيدا کړي چې طول يې $1{,}00m$ او په داسې ځای کې واقع دي چې هلته $g = 9{,}800\, m/\sec^2$ دي.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1,00m}{9,800\, m/\sec^2}} = 2,007\sec$$

$$F = \frac{1}{T} = 0,4983Hz$$

(۹– ۳) مثال: د $\ell = 1,00m$ په اوږدوالي يوه متجانسه ميله چې له يوه انجام نه راځړېدلې ده او اهتزاز تر سره کوي. ددې اهتزاز د تناوب وخت پيدا کړې؟

حل: د سوال نه معلومېږي چې نوموړې ميله يوه فزيکي رقاصه تشکيلوي او د فزيکي رقاصې تناوب عبارت دي له:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}}$$

پوهيږو چې د يوې متجانسې ميلې د عطالت مومنت $J = \frac{1}{3}m\ell^2$ دي د محور فاصله د ثقل له مرکز نه $\frac{\ell}{2}$ ده، نو ځکه لرو چې:

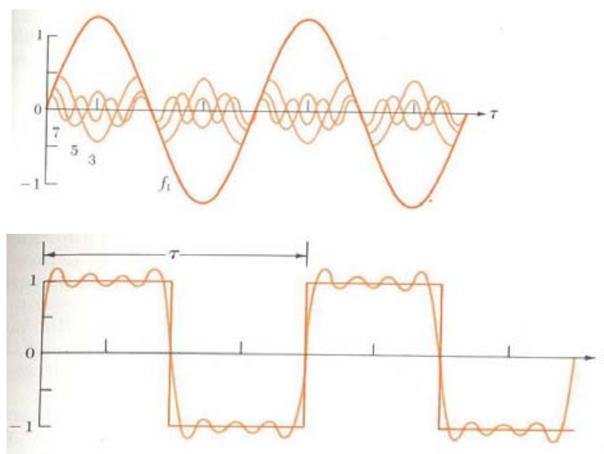
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{1}{3}m\ell^2}{mg\,\ell/2}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{3}(1,00m)/9,8\, m/\sec^2} = 1,64\sec$$

۹– ۴: د فوريه آناليز Fourier Analysis

د دوو يا څو هارمونيکي اهتزازونو ترکيب يا يوځاي کيدل په عمومي توګه يو هارمونيکي اهتزاز نه، بلکې يو مغلق اهتزاز رامنځ ته کوي يا په بل عبارت د هارمونيکي اهتزازونو يو ځای کيدل يا انطباق يو غير هارمونيکي او پيچلی اهتزاز توليدوي داسې هم ويلې شو چې پيچلي اهتزازونه د هارمونيکي اهتزازونو څخه رامنځ ته کيږي. داسې پوښتنه رامنځ ته کيږي چې آيا يو پيچلی غير هارمونيکي اهتزاز په هارمونيکي اهتزازونو باندې تجزيه کولې شو. ددې پوښتنې رياضيکي ځواب فرانسوي رياضي پوه فوريه (Fourier) ويلې دي. د فوريه د يوې قضيې پر بنسټ هره متناوبه تابع کولې شو د يو شمير (حتي لايتناهي) ساينيزو او کوساينيزو تابع ګانو د ټولګې په توګه وښيو. د متناوبې تابع څخه هغه تابع مطلب دي چې

د بشپړ مساوي او پرله پسې وخت څخه وروسته تکراريږي (۹– ۴) شکل. د فوريه د انالیز په مرسته کولې شو تناوبي حرکتونه په هارمونيکي اهتزازي حرکتونو باندې تجزيه کړو.



(۹- ۴) شکل

د (۹– ۴) شکل د موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y = A_0 + A_1 \sin \omega t + A_2 \sin 2\omega t + A_3 \sin 3\omega t + ...$$

$$+B_1 \cos \omega t + B_2 \cos 2\omega t + B_3 \cos 3\omega t + ...(۹– ۲۰)$$

پورتنۍ معادله د فوريه د سلسلې په نوم ياديږي او د A_0 له ثابت حد پرته داسې حدونه هم لري چې امپليتودونه يې $A_1, A_2, A_3,...$ او $B_1, B_2, B_3...$ او زاويه يې فريکونسي ګانې يې $\omega, 2\omega, 3\omega...$ دي.

د فوريه سلسله په لنډه توګه په لاندې ډول ليکل کيږئ.

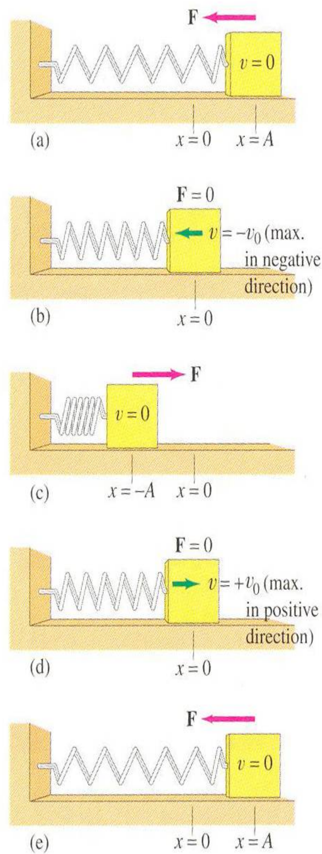
$$y(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \sin 2\pi f_n t + B_n \cos 2\pi f_n t \right) ....(۹– ۲۱)$$

(۹– ۲۱) معادله د فوريه سلسله ده د يوه ټاکلي موج لپاره د امپليتودونو يا A_n ضريبونو پيدا کول او محاسبه د يو لړ رياضيکي عمليو په مرسته ترسره کيږي، چې موږ ورڅخه سترګې پټو يا ورڅخه تيريږو.

د فوریه سلسله د نوري موجونو د مطالعې په مبحث کې هم کارول کیږئ ځکه چې په مستقیمه توګه د یوه نوري موج د بڼې لیدل او مشاهده ناشونې ده. د فوریه له آنالیز څخه د نور او صوت د کیفیت په څیړنه کې زیاته ګټه اخیستل کیږئ.

۹– ۵: هم غږې خطي اهتزاز کونکې Linear Harmonic Oscillator

د یوه هم غږې خطي یا ساده اهتزاز کونکې نمونه په (۹– ۵) شکل کې ښودل شوې ده او هغه د m له یوې کتلې څخه عبارت دي چې د k ارتجاعیت یا د قوې ثابت درلودونکې فنر په پای کې تړل شوې ده. دا دفنر–کتلې سیستم د x د محور په امتداد له اصطکاک پرته د یوې افقي سطحې په مخ یو بعده اهتزازي حرکت ترسره کوئ. سیستم د هوک له قانون څخه پیروي کوي، نو ځکه یو خطي سیستم دي.



(۹- ۵) شکل د یوه هم غږې خطي اهتزاز کونکې نمونه

د تعادل له موقعیت څخه د x د ځای بدلون (تغییر مکان) په اندازه کولو سره، د پوتانشیل انرژي $V(x)$ عبارت دي له:

$$V(x)=\frac{1}{2}kx^2 \quad (۹- ۲۲)$$

او عامله قوه مساوي ده په:

$$F(x)=-kx \quad (۹- ۲۳)$$

د نیوټن له دویم قانون، $F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}$ ، څخه دی پایلې ته رسیږو چې:

$$F(x)=m\frac{d^2x}{dt^2}=-kx \quad (۹- ۲۴)$$

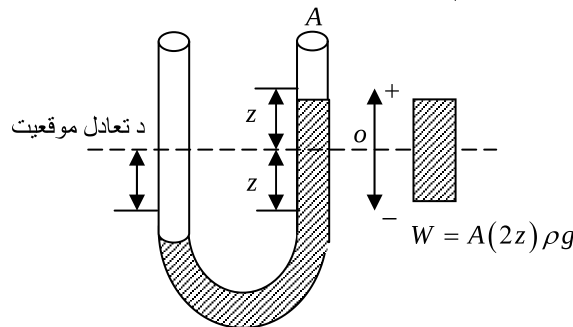
یا

$$\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2x=0 \quad (۹- ۲۵)$$

چې په هغې کې:

$$\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (۹- ۲٦)$$

ω_0 یو ثابت دي او د خپلواکې زاویه یې فریکونسي یا د خپلواکه اهتزازونو د فریکونسي په نوم یادیږئ. د هم غږه خطي یا ساده اهتزازونو بل مثال په یوه U ډوله تیوب کې د مایع اهتزاز دي. د (۹- ٦) شکل سره سم په یوه U ډوله تیوب کې مایع د تعادل په حالت کې قرار لري. کله چې مایع لږ بی ځایه شي، یعنی په تیوب کې د ځای بدلون وکړي، هم غږې اهتزازی حرکت ترسره کیږي. ددی اهتزازونو فریکونسي محاسبه کوو.



(۹- ۶) شکل

ددی اهتزازونو فریکونسي په لاندې ډول په لاس راځي. که چیرې مایع د کیڼې خوا په ستون کې د Z په اندازه ښکته شي نو بیا په ښي خوا ستون کې مایع به له هغه سره د $2z$ په اندازه پورته ولاړه شي. په دې ترتیب د مایع دا برخه د یوې بیرته راستنونکې قوې تر اغیزې لاندې راځي، دا قوه د نوموړي مایع له وزن سره، یعنی

$$W = mg = \rho Vg = \rho\left(A2Z\right)g \quad \text{(۹- ۲۷)}$$

سره مساوي ده. په پورتنۍ رابطه کې ρ د مایع کثافت او A د تیوب مقطع ده. د نیوټن د دویم قانون څخه لرو چې:

$$F = M\ddot{Z} \quad \text{(۹- ۲۸)}$$

په پورتنۍ رابطه کې M په U ډوله تیوب کې د ټولې مایع کتله ده. که چیرې L د تیوب هغه طول وي چې له مایع څخه ډک دي لرو چې $M = \rho AL$، له دې ځایه:

$$F = \left(\rho AL\right)\ddot{Z} \quad \text{(۹- ۲۹)}$$

که چیرې پورتنۍ جهت مثبت ونیسو، د W وزن ښکته خواته دي. په پایله کې د (۹- ۲۷) او (۹- ۲۹) رابطو څخه لرو چې:

$$-2\rho AZg = \rho AL\ddot{Z}$$

$$\ddot{Z} + \left(\frac{2g}{L}\right)Z = 0 \quad \text{(۹- ۳۰)}$$

$$\ddot{Z} + \omega_0^2 Z = 0$$

له دې کبله د اهتزازونو طبیعي فریکونسي عبارت دي له:

$$\omega_0 = \left(\frac{2g}{L}\right)^{1/2} \quad \text{(۹- ۳۱)}$$

۹- ٦: تبخیري اهتزازونه Damped Oscillation

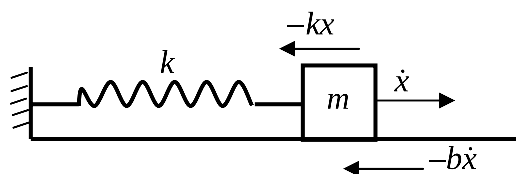
له تیوریکي یا نظري پلوه یو هم غرې خطي یا ساده اهتزاز کونکې کله چې په حرکت راشي نبایي د همیشه لپاره خپل اهتزاز ته ادامه ورکړي او د هغه دا منه یا امپلیتود همیشه ثابت پاته شي. دا ډول اهتزازونو ته خپلواک اهتزازونه وایي. خو په عمل کې په هر ډول فزیکي وضعیت او حالت کې خاموشونکې قوې وجود لري او اهتزاز کونکې سیستم د وخت په

تيريدو سره خپله انرژي له لاسه ورکوي. په دی ترتيب مهتزز سيستم خاموش او په پاې کې ودريږئ. د يوه خطي اهتزاز کونکې د ديفرانسيل معادله، يعنې (۹– ۲۵) بايد داسې اصلاح شي چې د خاموشي يا ودريدو اغيزې په کې شاملې شي.

يو ځل بيا د m يوه کتله چې په يوه فنر پورې تړل شوی ده لکه څرنګه چې په (۹– ٦) شکل کې ښودل شوې ده د يوې نمونې په توګه په پام کې نيسو او د هغې حرکت يوازې په يوه بعد کې مطالعه کوو. کله چې کتله په يو سيال ، هوا يا مايع کې حرکت وکړي، اصطکاکي قوې خاموشي، وروکيدونه او په پاې کې ودريدل رامنځ ته کوي. اصطکاکي قوه يا خاموش کونکې عامل F_d کيداې شي له سرعت سره متناسب فرض شي، يعنی

$$F_d = -bv = -b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۲)}$$

چې په هغې کې b بايد مثبت وي.



(۹- ۷) شکل په يوه تبخيري اهتزاز کونکې جسم باندې واردې قوې

هغه خالصه قوه F_{net} چې د m په کتلې باندې عمل کوي، لکه څرنګه چې په (۹– ۷) شکل کې ښودل شوې ده، عبارت دي له:

$$F_{net} = F + F_d = -kx - b\dot{x} \quad \text{(۹– ۳۳)}$$

د نيوټن د دويم قانون څخه په ګټه اخيستنه او د $F_{net} = m\ddot{x}$ په وضع کولو سره لرو چې:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{(۹– ۳۴)}$$

پورتنی معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي معادله او د تبخيري اهتزاز معادله ده. د نوموړې معادلې د حل لپاره اطراف په m تقسيموو او هم لاندې تعويض په پام کې نيسو:

$$\gamma = \frac{b}{2m} \quad \text{.................................(۹- ۳۵)}$$

او

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \quad \text{.................................(۹- ۳۶)}$$

په پايله کې:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad \text{............................(۹- ۳۷)}$$

د پورتنۍ معادلې يو حل په لاندې ډول دي.

$$x = e^{\lambda t}; \dot{x} = \lambda e^{\lambda t}; \ddot{x} = \lambda^2 e^{\lambda t}$$

که چيرې دا قيمتونه په (۹- ۳۷) معادله کې وضع کړو، لرو چې

$$e^{\lambda t}\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0$$

خرنګه چې $e^{\lambda t} \neq 0$ دي، نو بايد ولرو چې:

$$\left(\lambda^2 + 2\gamma\lambda + \omega_0^2\right) = 0 \quad \text{.................................(۹- ۳۸)}$$

ددې معادلې جذرونه عبارت دي له:

$$\lambda_1 = -\gamma + \sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2}$$

$$\lambda_2 = -\gamma - \sqrt{\gamma^2} - \omega_0^2$$

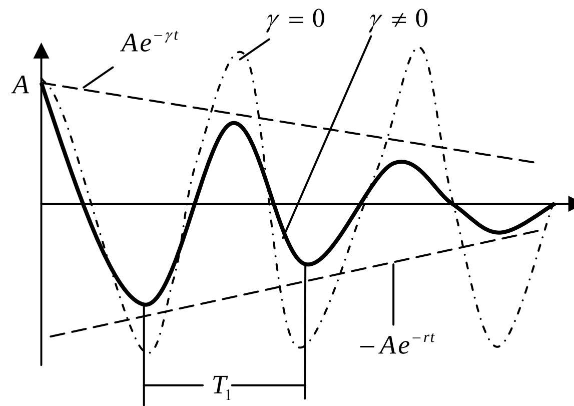
له دې کبله (۹- ۳۷) معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$x(t) = A_1 e^{\lambda_1 t} + A_2 e^{\lambda_2 t}$ يا

$$kx(t) = e^{-\gamma t}(A_1 e^{\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}} + A_2 e^{-\sqrt{\gamma^2 - \omega_0^2 t}}) \quad \text{...........(۹- ۳۹)}$$

خرنګه چې (۹- ۳۷) معادله يوه تفاضلي معادله ده د هغې دحل د زيات تفصيل څخه ډډه کوو، که چيرې خاموش کونکې قوه نسبتاً کوچنۍ او جسم په لومړۍ سر کې د A امپليتود ولري د هغه حرکت د لاندې رابطې سره سم ترسره کيږئ.

$$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos\left(\omega_1 t + \phi\right) \quad \text{.................................(۹- ۴۰)}$$



(۹- ۸) شکل

(۹- ۸) شکل د (۹- ۴۰) رابطې منحني او يو تبخيري اهتزاز ښيي لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د اهتزازونو امپليتود په طاقتيزه يا نمايي توګه کميږي. د پرتلې لپاره غير تبخيري اهتزازونه (نقطه نقطه منحني) هم ښودل شوې ده چې د هغې لپاره $\gamma = 0$ دي.

۹- ۷: اجباري اهتزازونه Forced Oscillations

يو خپلواک اهتزاز کونکې د هميشه لپاره اهتزاز کوي. خو په حقيقت کې د هر ډول سيستم لپاره يو ډول خاموشي يا تبخير حضور لري (انرژي ضايع کيږي، مثلاً په تودوخه بدليږي) او په پاې کې سيستم له اهتزاز څخه پاته کيږي، يعنی ودريږي. د اهتزازو نو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع (چينې) څخه په خاموش کونکې يا تبخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږئ د اجباري يا هدايت کيدونکو اهتزازونو په نوم ياديږي او اهتزاز کونکې سيستم د اجباري يا هدايت کيدونکې سيستم په نوم ياديږئ. که چيرې په سيستم باندې يوه هدايت کونکې قوه F_d وارده شي په سيستم باندې عمومی محصله وارده قوه مساوي ده په:

$$F_{net} = F_s + F_f + F_d \quad \text{(۹- ۴۱)}$$

په پورتنی رابطه کې:

$$F_s = -kx, F_f = -b\dot{x}$$

او د نيوټن له دويم قانون څخه لرو چې، $F_{net} = m\ddot{x}$.

(۹– ۴۱) معادله هغه وخت حل کيداې شي کله چې د اعمال شوې قوې F_d بڼه وپيژنو. څرنګه چې مونږ د خطي اهتزاز کونکو په هکله بحث کوو ښه به وئ چې هدايت کونکې قوه F_d په سينوسي بڼه فرض کړو، يعنی

$$F_d = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \qquad (۹- ۴۲)$$

ددې لپاره چې هدايت کونکې قوه پورتنۍ بڼه لري ښه دلايل لرو. لومړۍ دا چې په زياتره حقيقي او واقعي حالتونو کې واقعاً همدا ډول قوه حضور لري د بيلګې په توګه په يوه مقيد الکترون کې، کله چې الکترو مقناطيسي موجونه په هغه وارد شي، يعنی له مقيد الکترون څخه د نور په پراګندګې کې همدا ډول قوه وجود لري. دويم د وخت هره دوراني يا تناوبي تابع کيداې شي د څو سينوسي حدونو د حاصل جمع په توګه وښودل شي. د فوريه د سلسلې د طريقې څخه په ګټه اخيستنه سره کولې شو د هرې تناوبي هدايت کونکې قوې لپاره د سيستم حرکت وڅاکو.

کولې شو دا معادلې سره ترکيب او داسې معادله ورڅخه لاس ته راوړو چې اجباري اهتزاز توصيفوي، يعنی

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos\left(\omega t + \theta_0\right) \qquad (۹- ۴۳)$$

دا معادله يوه دويمه درجه ديفرانسيلي خطي غير متجانس معادله ده، چې د هغې عمومي حل يا ځواب عبارت دي له:

$$x(t) = x_i(t) + x_h(t) \qquad (۹- ۴۴)$$

په (۹– ۴۴) رابطه کې x_h د $m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0$ متجانسې معادلې ځواب دي.

ددې متجانسې معادلې عمومي ځواب عبارت دي له:

$$x_h(t) = e^{-rt}\left[A_1 e^{+i\omega_1 t} + A_2 e^{-i\omega_1 t}\right] \qquad (۹- ۴۵)$$

د $e^{+-i\theta} = \cos\theta + -i\sin\theta$ رابطې څخه په ګټه اخيستنه (۹– ۴۵) رابطه په لاندې ډول ليکلې شو:

$$x_h(t) = e^{-\gamma t}\left[i(A_1 - A_2)\sin\omega_1 t + \left(A_1 + A_2\right)\cos\omega_1 t\right]$$

که چيرې $i\left(A_1 - A_2\right) = B$ او $\left(A_1 + A_2\right) = C$ تعويض کړو، په دې حالت کې لرو چې:

$$X_h(t)=e^{-\gamma t}\left[B\sin\omega_1 t+C\cos\omega_1 t\right] \qquad (۹- ۴۶)$$

ω_1 زاويه يې طبيعي فريکونسي يا د تبخيري اهتزازونو فريکونسي ده او هميشه د خپلواکه اهتزازونو له فريکونسي ω_0 څخه کوچنۍ وي. که چيرې په (۹- ۴۶) معادله کې لاندې تعويض په پام کې ونيسو

$$A=\sqrt{B^2+C^2},\tan\phi=-\frac{C}{B}$$

په دې صورت کې (۹- ۴۵) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوئ.

$$X_h(t)=A_h e^{-\gamma t}\cos(\omega_1 t+\phi_h) \qquad (۹- ۴۷)$$

څرنګه چې تبخيري اهتزازونه په پای کې له مينځه ځي يا صفر کيږئ د ځواب د X_h برخه د تيريدونکې (ګذرا) حد په نوم ياديږئ. له يو څه وخت څخه وروسته د ځواب د X_h برخه خپل اهميت له لاسه ورکوي له دې کبله بايد د قسمي ځواب $X_1(t)$ پيدا کولو ته پاملرنه وکړو.

د (۹- ۴۲) رابطې سره سم اعمال شوې قوه په سينو سيزه توګه بدلون کوي، له دې کبله انتظار لرو چې د $X_i(t)$ ځواب په سينو سيزه توګه بدلون کوي. که چيرې د معادلې په کينه خوا کې $\dot{X}$ نه وي د $X=A\cos\omega t$ په بڼه ځواب په بشپړه توګه د منلو وړ دي. ددې ټکي په رعايتولو سره بايد ځواب په لاندې بڼه ولرو:

$$X=A\cos(\omega t\pm\phi) \qquad (۹- ۴۸)$$

ځواب په لاندې بڼه په پام کې نيسو

$$X_i=A\cos(\omega t-\phi) \qquad (۹- ۴۹)$$

د A او ϕ د محاسبې لپاره په (۹- ۴۸) رابطه کې د X_i قيمت وضع او $\theta_0=0$ په پام کې نيسو، په دې صورت کې لرو چې:

$$-m\omega^2A\cos(\omega t-\phi)-b\omega A\sin(\omega t-\phi)+KA\cos(\omega t-\phi)=F_0\cos\omega t$$

د معادلې له ترتيبولو وروسته لرو چې:

$$\left(KA\cos\phi-m\omega^2A\cos\phi+b\omega A\sin\phi\right)\cos\omega t$$
$$-(KA\sin\phi-m\omega^2A\sin\phi-b\omega A\cos\phi)\sin\omega t=F_0\cos\omega t$$

ددې لپاره چې دا رابطه د t د ټولو کچو لپاره برقرار وي د $\cos\omega t$ او $\sin\omega t$ د حدونو ضریبونه په دواړو خواو کې باید په جدا توګه ترتیب شي، یعنی

$$\left(K-m\omega^2\right)\cos\phi+b\omega\sin\phi=\frac{F_0}{A}\quad(۹-۵۰)$$

$$\left(K-m\omega^2\right)\sin\phi-b\omega\cos\phi=0\quad(۹-۵۱)$$

د زاویې د فاز لپاره لاندې افاده په لاس راځي:

$$\tan\phi=\frac{b\omega}{k-m\omega^2}=\frac{b\omega/m}{k/m-\omega^2}\quad(۹-۵۲)$$

که چیرې $\frac{k}{m}=\omega_0$ او $\gamma=\frac{b}{2m}$ سره عوض کړو، لرو چې:

$$\tan\phi=\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad(۹-۵۳)$$

له پورتنۍ رابطې څخه لرو چې:

$$\sin\phi=\frac{2\gamma\omega}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad(۹-۵۴)$$

$$\cos\phi=\frac{\omega_0^2-\omega^2}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad(۹-۵۵)$$

که چیرې دا کمیتونه په (۹- ۴۷) رابطه کې وضع کړو په لاس راځي چې:

$$A=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\quad(۹-۵۶)$$

په دې ترتیب د غیر متجانسې معادلې قسمي ځواب عبارت دي له:

$$X_i\left(t\right)=\frac{F_0/m}{\sqrt{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}}\cos\left(\omega t-\phi\right)\quad(۹-۵۷)$$

په پورتنۍ معادله کې:

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad(۹-۵۸)$$

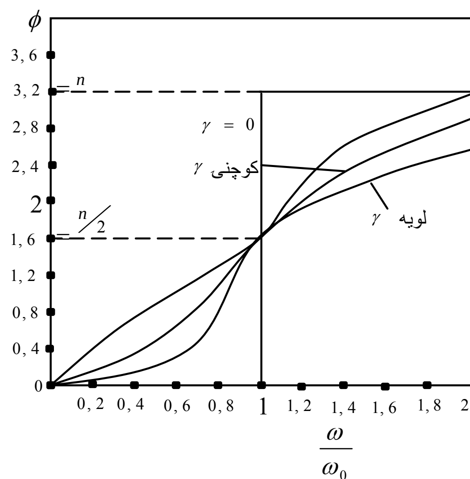
۹– ۸: ريزونانس Resonance

د يوه مستقر حرکت امپليتود A او د فاز زاويه د (۹– ۵۶) او (۹– ۵۸) معادلو سره سم عبارت دي له:

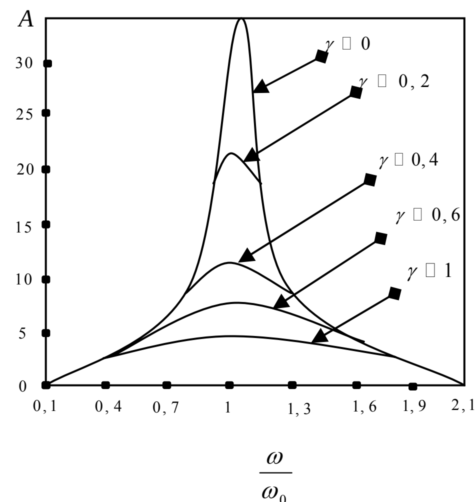
$$A=\frac{F_0/m}{\left(\omega_0^2-\omega^2\right)^2+4\gamma^2\omega^2}\quad\text{.................................(۹– ۵۹)}$$

$$\phi=\tan^{-1}\frac{2\gamma\omega}{\omega_0^2-\omega^2}\quad\text{.................................(۹– ٦۰)}$$

د ω_0 د يوه ټاکلي قيمت لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي له جنسه د γ د مختلفو کچو لپاره په (۹– ۹) شکل کې ښودل شوي دئ. لکه څرنګه چې معلوميږي د دغو کميتونو تګ لاره په شديده توګه د $\frac{\omega}{\omega_0}$ په نسبت پورې اړه لرئ.



(ب)



(الف)

(۹– ۹) شکل د γ د مختلفو قيمتونو لپاره د A او ϕ بدلونونه د هدايت کونکې فريکونسي ω له جنسه.

لکه څرنګه چې مخکې وويل شول ϕ د هدايت کونکې قوې F او د X لاس ته راغلې حرکت ترمنځ د فاز توپير دي، يعنی د عمل او ځواب ترمنځ د ځنډ څرګندوي دي. لکه څرنګه چې (۹- ۹) شکل يې ښيي د فاز دا ځنډ چې د $\omega = \pi$ لپاره $\phi = 0$ دي ، د $\omega = \omega_0$ لپاره $\phi = \pi/2$ او د $\omega = \infty$ لپاره $\phi = \pi$ دي، يعنی په ډيرو لوړو فريکونسيو کې د سيستم اهتزازونه د هدايت کونکې قوې سره 180° د فاز توپير لري. دې نقطې ته پاملرنه دلچسپه ده کله چې $\gamma \to 0$ وي د فاز بدلونو نه تيز او ډير چټک دي او په حدي حالت $\gamma = 0$ کې، فاز په نابيره توګه په $\omega = \omega_0$ کې له 0 څخه π ته بدلون کوي.

د (۹- ۹) شکل څخه معلوميږي چې د γ په کچو پورې اړونده يوه هدايت کونکې فريکونسي وجود لري چې په هغې کې امپليتو A اعظمي دي. هغه فريکونسي چې په هغې کې امپليتود اعظمي وي د امپليتود د ريزوتانس فريکونسي په نوم ياده او په ω_r سره ښودل کيږي. د ω_r فريکونسي له (۹- ۵۹) رابطې څخه محاسبه کولې شو.

$$\left.\frac{dA}{d\omega}\right|_{\omega=\omega_r} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۶۱)$$

د لاس ته راغلې معادلې له حل څخه لرو چې:

$$\omega = \omega_r = \left(\omega_0^2 - 2\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۶۲)$$

پورتنۍ رابطه بيانوي چې کله چې د تبخير ضريب(γ) کميږئ د ريزونانس فريکونسي زياتيږئ او کله چې $\gamma \to 0$ ، ω_r د خپلواک اهتزاز کونکې د طبيعي فريکونسي ω_0 خواته تقرب يا ميل کوي. کله چې د تبخير ضريب فوق العاده کوچنۍ وي د (۹- ۶۲) رابطې ښي خوا د نيوټن د بينوم په کاروني سره په لاندې ډول ليکلې شو

$$\omega_r = \omega_0\left(1 - \frac{1}{2}\frac{2\gamma^2}{\omega_0^2} + \cdots\right)$$

يا

$$\omega_r \approx \omega_0 - \frac{\gamma^2}{\omega_0} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۶۳)$$

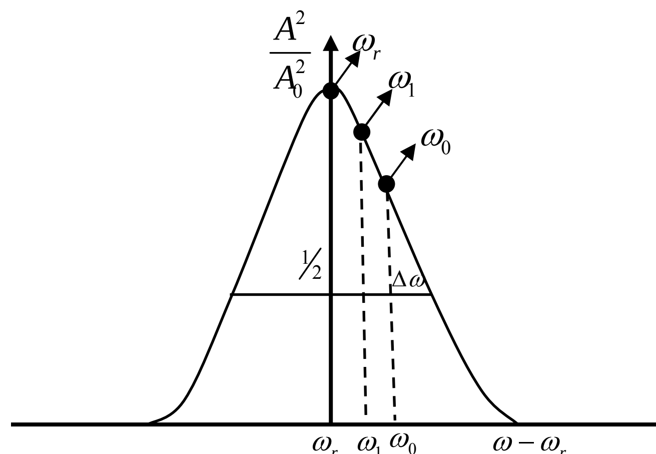
(۹- ۶۲) او (۹- ۶۳) رابطې چې د اجباري اهتزاز لپاره ليکلې شوې دي کولې شو د تبخيري اهتزاز لپاره هم چې مخکې مطالعه شول مشابه رابطه وليکو، يعنی

$$\omega_1=\left(\omega_0^2-\gamma^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

د کوچنی γ لپاره لرو چې:

$$\omega_1\approx\omega_0-\frac{\gamma^2}{2\omega_0} \quad \text{.................................(۹- 64)}$$

په داسې حال کې چې د خپلواک اهتزاز کونکې لپاره $\omega_0^2=\frac{k}{m}$ دي. له دی کبله د ω_1 د ω_r په ښې خوا کې قرار نیسي او ω_0 بیا هم له ω_r څخه لیرې ده. په هغه صورت کې کله چې $\omega=\omega_r$ وي لکه څرنګه چې (۹- ۱۰) شکل یې ښيې، لرو چې: $\frac{A^2}{A_0^2}=1$ دي.



(۹- ۱۰) شکل د ریزونانس د فریکونسي ω_r، طبیعي فریکونسي ω_1 او د خپلواکه طبیعي فریکونسي ω_0 نسبي موقعیتونه ښيئ. په دې ترتیب اعظمي امپلیتود د $A=A_0$ چې په $\omega=\omega_r$ کې واقع کیږي کولې شو د (۹- ۵۹) او (۹- ٦٢) معادلو څخه په لاندې توګه په لاس راوړو.

$$A=\frac{F_0/m}{2\gamma\sqrt{\omega_0^2-\gamma2}} \quad \text{.................................(۹- ٦٥)}$$

د کوچنی تبخیر په صورت کې، فرضوو چې $\gamma\to 0$، په پایله کې

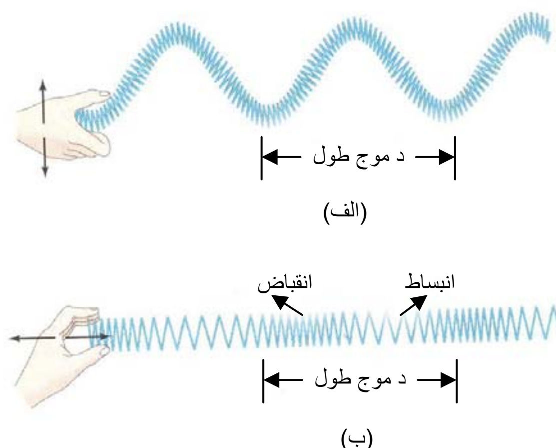
$$A_0\approx\frac{F_0}{2m\gamma\omega_0}\approx\frac{F_0}{b\omega_0}$$

څرګندہ ده چې که چیرې b کوچنۍ وي په پایله کې $A_0 \rightarrow \infty$ ، خو داسې سیستم وجود نه لري چې غیر تبخیري وي.

۹- ۹: موجي حرکت Wave Motion

که چیرې په یوه ارتجاعي محیط کې اهتزاز کونکې جسم (د اهتزاز منبع) کښیږدو، د محیط ذرې د تعادل له حالت نه وزي او په اهتزاز پیل کوي. د محیط هر ځای ته چې اهتزاز رسیږي د محیط د هغه ځاي ذرې هم په اهتزاز راځي او داسې تر پای پورې، د لږ وخت نه وروسته اهتزاز ټول محیط نیسي. خو د محیط ذرې په مختلفو فازونو سره اهتزاز ترسره کوي هر څومره چې ذره د اهتزاز له منبع نه لیرې واقع وي هغو مره نا وخته په اهتزاز پیل کوي او په هم هغه اندازه د فاز ځنډ (تأخیر) لري.

په محیط کې د اهتزاز خپریدو ته موجي حرکت یا موج وایي. د موجي حرکت ښه بیلګه د اوبو په مخ هغه څپه ده چې د ډبرې د لویدو په ځای کې رامنځ ته کیږي او د متحد المرکز دایرو بڼه لري. د څپې (اهتزاز) د خپریدو جهت ته وړانګه (شعاع) وایي. هغه څپه چې په هغې کې د محیط ذرې د څپې په جهت (وړانګې) باندې عمود اهتزاز کوي د عرضي څپې په نوم یادیږي. که چیرې د محیط ذرو اهتزاز د څپې د جهت سره هم لورې وي دا ډول څپې ته طولي څپه وایي. د عرضي او طولي څپو د پیژندنې لپاره د (۹- ۱۱) شکل سره سم



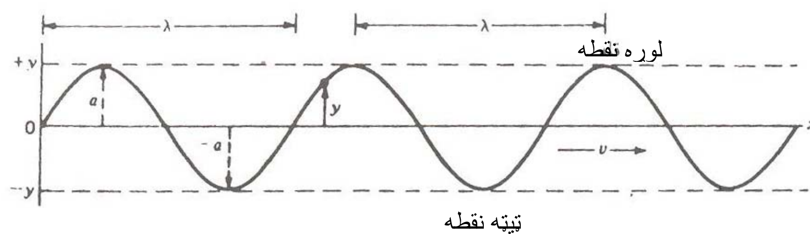
(۹- ۱۱) شکل

که چيرې د يوه اوږده فنر په يو انجام باندې د لاس په واسطه په عمودي جهت ضربه وارده کړو (۹– ۱۱ الف) شکل يوه عرضي څپه او که دا ضربه په افقي جهت (۹– ۱۱ ب) شکل وارده کړو يوه طولي څپه رامنځ ته کيږي. په څپه کې د محيط ذرې تغيير مکان نه کوي يوازې د خپل تعادل موقعيت په شا او خوا کې اهتزاز تر سره کوي، يوازې څپه ايزه پروسه يا موجي حرکت تغيير مکان کوي.

د يادولو وړ ده چې طولي څپې په جامدو مايع او ګاز ډوله اجسامو کې او عرضي څپې له اوبو پرته يوازې په جامدو اجسامو کې رامنځ ته کيږي.

زمونږ شا او خوا نړۍ له موجونو، نه ډکه ده. ځيني موجونه ليدل کيږي او د اوريدلو وړ دي، خو زياتره يې د ليدلو او اوريدلو وړنه دي، يعنی زمونږ د ليدو او اوريدو حواس هغه درک کولې نه شي. پوهيږو چې اتومونه او ماليکولونه له الکترونونو، پرتونونو، نيوترونونو او ميزونونو، نه جوړ شوې دئ چې د څپو يا موجونو په بڼه پخپله محدوده کې دا خوا او ها خوا حرکت کوي. که چيرې همدا اتومونه او ماليکولونه په سم ډول ولمسول شي د ګاما (γ) او ايکس (x) وړانګو په نامه موجونه، نوري موجونه، تودخيز (حرارتي) موجونه او راديويي موجونه خپروي.

په ورځنۍ ژوند کې د موجونو ښې بيلګې د اوبو په مخ موجونه، د زلزلې موجونه او د صوت موجونه دي. د اوبو په مخ موجونه د بيړيو د حرکت نه، صوتي موجونه د شيانو د چټک حرکت نه او د ځمکې د زلزلې موجونه د ځمکې په کره کې د ناڅاپي حرکتونو، نه راپيدا کيږي. موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي. د نور موجونه د عرضي موجونو له جملې څخه دي. که چيرې د اهتزاز يوه چنيه يا منبع په يو نواخت محيط کې په پام کې ونيسو د هغې موجونه د (۹– ۱۰) شکل په شان دي.



(۹- ۱۲) شکل د یوې عرضي څپې یا موج ګراف چې د کتاب په مخ اهتزاز کوي. د موج طول λ، د موج لمنه یا امپلیتود a، د موج تغییر مکان y، د موج سرعت υ په شکل کې د دوو متوالي یا پرله پسې مشابه نقطو ترمنځ واټن د موج د طول په نوم یاد او په λ سره ښودل کیږي.

د وخت په هره لحظه کې د یوه موج په اوږدوکې د هرې نقطې تغییر مکان y د هغې نقطې له عمودي واټن نه نسبت د تعادل حالت ته یې ټاکل کیږي. د y اندازه په پرله پسې توګه له +نه — او له — نه مثبت ته بدلون کوي. د هر موج لمنه په (۱۲-۹) شکل کې په a سره ښودل شوې ده چې د تعریف له مخې د تغییر مکان اعظمي قیمت ته امپلیتود یا دامنه وایي.

د موج فریکونسي د هغو موجونو تعداد یا شمیر ته ویل کیږي چې په یوه ثانیه کې له یوې نقطې نه تیریږي یا هغې ته رارسیږئ او په هرتز اندازه کیږي چې هم هغه د اهتزازونو تعداد په یوه ثانیه کې دي. د موج د طول، سرعت او فریکونسي ترمنځ رابطه په لاندې ډول ده:

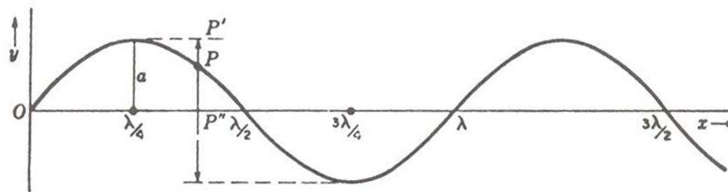
$$\upsilon = f\lambda \quad \text{.................................} (۹- ۶۷)$$

د موج د معادلې د لاس ته راوړلو لپاره یو عرضي موج په پام کې نیسو چې په هغه کې د ټولو نقطو حرکت د خپریدو په جهت عمود وي. د هرې نقطې تغییر مکان y له لاندینۍ رابطې نه په لاس راځي:

$$y = a\sin\frac{2\pi x}{\lambda} \quad \text{.................................} (۹- ۶۸)$$

ددې معادلې د بدلونونو منحني په (۹- ۱۳) شکل کې لیدل کیږي چې د a او λ اهمیت یې له ورایه څرګند دي. د موجي حرکت لپاره چې د υ په سرعت سره ښي خواته حرکت کوي، د t وخت په لاندې ډول په معادله کې وارده وو:

$$y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(x - \upsilon t\right) \quad \text{.................................} (۹- ۶۹)$$



(۹- ۱۳) شکل د t=0 په لحظه کې د یوه ساینیز موج مسیر

د موج په مخ هر ذره په ګراف کې د P د نقطې په شان یو ساده هارمونیک حرکت ترسره کوي او د $P, P', P'', P''', ...$ پرله پسې یا متوالي موضع ګانې په داسې حال کې چې موج د حرکت په حال کې دي اشغالوئ. د هرې نقطې د یوه بشپړ اهتزاز د اجرا وخت د نورو نقطو د اهتزاز د اجرا له وخت سره مساوي دي، نو ځکه لرو چې:

$$\upsilon = f\lambda = \frac{\lambda}{T} \quad \text{(۹- ۷۰)}$$

که چیرې دا متحولین په (۹- ۶۹) معادله کې وضع کړو د موجي حرکت لپاره لاندې معادلې په لاس راځي.

$$y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

$$y = a\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right) \quad \text{(۹- ۷۱)}$$

$$y = \sin 2\pi f\left(t - \frac{x}{\upsilon}\right)$$

(۹- ۴) مثال: د $m = 0,016kg$ کتلې درلودونکې یوې مادي نقطې د اهتزاز معادله $x = 0,1\sin\left(\frac{\pi}{8}t + \frac{\pi}{4}\right)m$ ده. معلوم کړې.

الف) د اهتزاز کونکې نقطې اعظمي سرعت (v_m) اعظمي تعجیل (a_m)

ب) په اهتزاز کونکې نقطې باندې عامله اعظمي قوه F_m

ج) د اهتزاز کونکې نقطې بشپړه یا ټولیزه انرژي W

حل: د نومورې نقطې د اهتزاز معادله د هارمونيک اهتزاز له عمومي معادلې (۹– ۷۱) سره پرتله کوو، نو د ذرې امپليتود عبارت دي له $A = 0,1m$ لومړنی فاز $f_0 = \frac{\pi}{4}$ او زاويوي فريکونسي $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{8} Rad/\sec$ ، $T = 16\sec$ د مادي نقطې د اهتزاز پريود دي.

الف) د (۹– ۷) او (۹– ۹) معادلونه څرګندېږي چې د اهتزاز کونکې نقطې سرعت او تعجيل هغه وخت اعظمي دي چې:

$$\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = 1$$

يا

$$\sin(\omega t + \pi) = 1$$

له دی کبله

$$V_m = \omega A = \frac{\pi}{8} \cdot 0,1 m/\sec \cong 0,04 m/\sec$$

او

$$a_m = \omega^2 A = \frac{\pi^2}{64} \cdot 0,1 m/\sec^2 \cong 0,0154 m/\sec^2$$

ب) پوهېږو چې د اعظمي تعجيل په صورت کې عامله قوه هم اعظمي قيمت لري. د نيوتن د دويم قانون پربنسټ لرو چې:

$$F_m = ma_m = 0,016kg \cdot 0,0154 m/\sec^2$$
$$= 2,46 \cdot 10^{-4} N$$

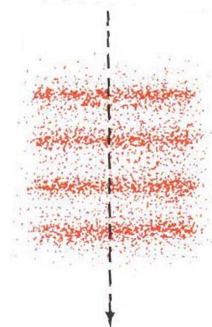
ج) د رپيدونکې نقطې ټوليزه انرژي مساوي ده په:

$$W = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = \frac{0.016kg \cdot \pi^2 \cdot 0.01m^2}{2 \cdot 64 sec^2} = 1.23 \cdot 10^{-5} J$$

۹– ۱۰: صوتي موجونه Sound Waves

صوتي موجونه د کم شدت درلودونکې ارتجاعي موجونه دي، يعنی کمزوری ميخانيکي اختلالونه دی چې په ارتجاعي محيط کې خپرېږي. صوتي موجونه د انسان د اوريدو په غړيو باندې اغيزه کوي او د هغه د اوريدو حواس لمسوي.

صوتي موج يو طولي موج دي چې په هغه کې اختلال له يوه ماليکول څخه بل ماليکول ته رسيږي. ددې ډول موج لپاره بيرته راستنونکې قوه د هوا فشار تأمينوئ، په هر ځای کې چې د ماليکولو کثافت له عادي حالت څخه زيات شي فشار هم له عادي حالت څخه ډيريږي او ماليکولونه شا او خواته شړي. (۹– ۱۴) شکل په هوا کې يو صوتي موج ښيي. موج له هغو سيمو څخه عبارت دي چې په پرله پسې توګه ټيټ او لوړ کثافتونه لري.



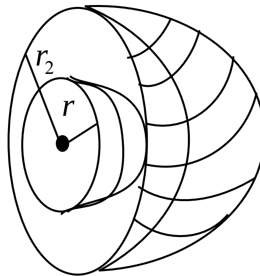
(۹- ۱۴) شکل په يوه صوتي موج کې د هوا کثافت بدلون کوي

د يوه لوډ سپيکر مهتزز ديافراګم يا د صوتي پنجې مهتزز شاخ (ځانګه) چې خپله د شا او خوا هوا له ځانه شړئ همدا ډول سيمې چې په ترتيب د لوړ او ټيټ کثافت درلودونکې دي موج رامنځ ته کوي. د ټيټ کثافت په سيمو کې ماليکولونه اعظمي ځای بدلون متقبل شوی دي هغه له سيمې څخه د باندې بی ځايه شوې دئ. د لوړ کثافت په سيمه کې ماليکولونو اصغری ځای بدلون قبول کړي دي هغه په داسې حال کې چې له ګاونډيو سيمو څخه د اعظمي ځای بدلونو درلودونکيو ماليکولونو د دوی خواته ميل کړي دي،ساکن پاته شوې دي. په (۹– ۱۴) شکل کې ځای بدلونونه او د کثافت زياتوالې په مبالغه اميزه توګه ښودل شوې دي. حتی په يوه ډير شديد صوتي موج کې، د بيلګې په توګه لکه هغه صوتي موج چې يوه الوتکه يې له ځمکې څخه د پورته کيدو په وخت کې رامنځ ته کوئ ځای بدلونونه يوازې $10^{-4}m$ او د کثافتونو بدلون يوازې 1% دي.

د صوت فريکونسي د هغه غږ زير او بمې ټاکې چې موږ يې اورو، يعنى دا ټاکي چې آيا دموږ غوږ به د غږ تن لوړ يا ټيټ تر لاسه کړي. د انسان غوږ هغه غږونه اوري چې فريکونسي يې له $20Hz$ څخه تر $20000Hz$ پورې وي. دا حدود يوه اندازه متغيير دي، د بيلګې په توګه د زړو خلکو غوګونه لوړو فريکونسيوته کم حساس دي. هغه صوتي موجونه چې فريکونسي يې $20000Hz$ څخه لوړ دي د فرا صوت ultrasound په نوم ياديږي، ځينې حيوانات لکه سپي، ګيدړې او نور دا فريکونسي ګانې اوري.

د يوه صوتي موج شدت د نوموړې موج په واسطه د موج د جبهې په هر متر مربع کې دليږدول شوې قدرت څخه عبارت دي د شدت د اندازه کولو واحد W/m^2 دي. په $1000Hz$ فريکونسي کې ترټولو کوچنۍ يا اصغري قدرت چې د انسان د غوږ لپاره د اوريدو وړ دي $2,5\cdot10^{-12}\,W/m^2$ دي. دا شدت د اوريدو د درشل (استانه) په نوم ياديږي. د صوت د اوريدو وړ شدت لپاره لوړ حد وجود نه لري، خو له $1W/m^2$ څخه لوړ شدت په غوږ کې د درد د احساس د پيدا کيدو لامل ګرځئ.

هر څومره چې صوتي موج له خپلې منبع څخه پراختيا کوي يا ليرې کيږي د هغه شدت کميږي ځکه چې د موج د جبهې سطحه زياتيږي له دې کبله د موج انرژي په واحد سطحه کې کميږئ. په يوه متجانس محيط کې د موج شدت د موج له منبع څخه د فاصلې له مربع سره په معکوسه توګه متناسب دي. (۹– ۱۵) شکل د وخت په پرله پسې لحظو کې د کروي موج يوه جبهه ښيي. لکه څرنګه چې په شکل کې ليدل کيږي د وخت په لومړۍ لحظه کې د موج د جبهې شعاع r_1 او په پرله پسې دويمه لحظه کې د موج د جبهې شعا r_2 ده، نو ځکه د هغې سطحه له $4\pi r_1^2$ څخه $4\pi r_2^2$ پورې رسيږئ.



(۹- ۱۵) شکل په هوا کې د يوه صوتي موج د متحد المرکز کروي موجونو جبهه

د موج د دغې جبهې په واسطه تړلیز، لیږدول شوې قدرت یو شان پاته کیږئ. له دې کبله په واحد سطحه کې شدت یا قدرت عبارت دي له:

$$I_2 = \frac{r_1^2}{r_2^2} I_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۲)$$

ددې ساده رابطې یا نتیجې په لاس ته راړولو کې مو محیط متجانس فرض کړي دي، له دې کبله د موج سرعت له ځای پورې اړه نه لري یا د ځای تابع نه دي. د فرا صوت یا اولترا صوت موجونه په ډیره لوړه فریکونسي په هوا کې په ښه توګه نه خپریږي د هوا مالیکولونه هغه په چټکې سره جذبوي. خو دا موجونه د مایعاتو او جامداتو په منځ کې په اساني سره خپریږي چې په دې ورستیو کلونو کې د اولترا صوت د زیاتی عملي کارونې لامل شوې دي. د بیلګې په توګه د اولترا صوت موجونه همدا اوس د انسان د بدن د داخلي غړیو د عکس اخیستنې لپاره د x د وړانګې په ځای کارول کیږئ. دا ازمایښت د امیدواري ښځې په بدن کې جنین مجازه وي یا تثبیتوي او هغه زیانونه چې د x وړانګه یې لري دا موجونه یې نه لري. د اولترا صوت هغه کامرې چې دا عکسونه اخلي د $10^6\,Hz$ فریکونسي لرونکې موجونه کار وي.

۹- ۱۱: د صوت سرعت Speed of Sound

لکه د پړې (ریسمان) په مخ موج په شان د صوت سرعت په هوا کې په راستنونکې قوې او له کثافت پورې اړه لري. له کومه ځایه چې راستنونکې قوه د هوا فشار تأمینوي، پس هیله لرو چې د صوت سرعت د هوا د فشار او کثافت تابع وي. یوه پیچلې محاسبه چې دلته له هغې څخه ډډه کیږي ښیي چې د صوت د سرعت لپاره نظري فورمول په لاندې ډول دي.

$$v = \sqrt{1,40\frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۷۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتیب سره له اختلال مخکې فشار او کثافت دي له فورمول څخه معلومیږي چې د صوت سرعت د راستنونکې قوې سره زیاتیږي او له کثافت سره کمیږي. تر معیاري شرایطو لاندې (تودوخه د سانتي ګرید صفر درجه،

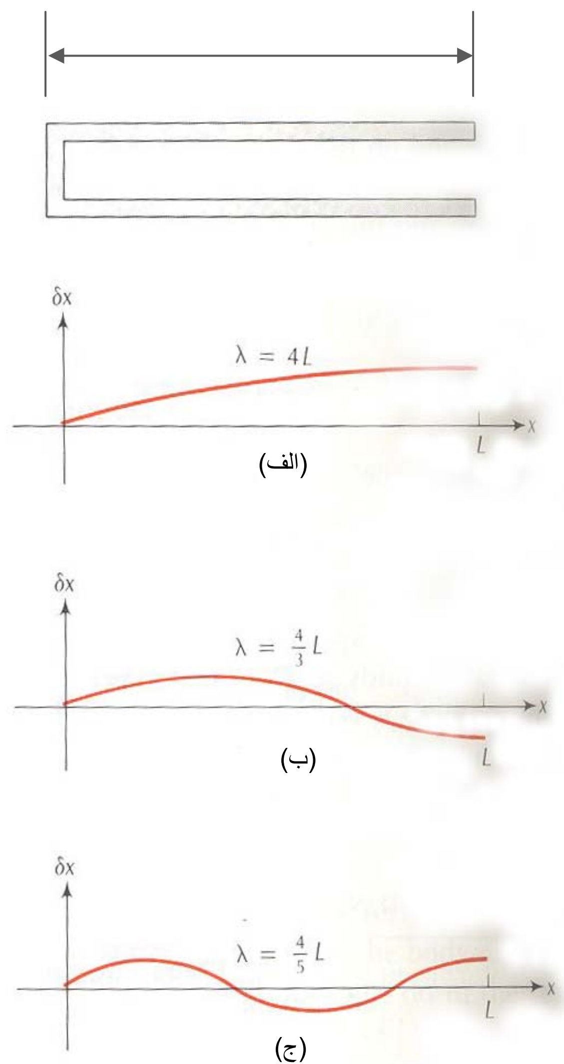
$P_0 = 1atm = 1,01 \cdot 10^5 \; N/m^2$ ، $\rho_0 = 1,29 \; kg/m^3$) د صوت د سرعت اندازه $331,29 \; m/sec$ ده.

د صوت سرعت په مايعاتو او جامداتو کې له هوا څخه زيات دي ځکه چې هلته راستنونکې قوه ډيره زياته ده. مايعات او جامدات د ګازونو په نسبت د تراکم او فشردګي په مقابل کې له ځانه زيات مقاومت او مخالفت ښيي. په لاندې جدول کې په څو مادو کې د صوت سرعت ثبت شوې دي.

(۹– ۱) جدول په څو مادو کې د صوت سرعت

ماده	$V\left(m/sec\right)$	ماده	$V\left(m/sec\right)$
هوا		المونيم	5104
$0C^\circ$ او $1atm$	331	اوسپنه	5130
$20C^\circ$ او $1atm$	344	ښيښه	5000-6000
$100C^\circ$ او $1atm$	386	ګرافيت	6000
هيليوم $0C^\circ$ او $1atm$	965		
مقطرې اوبه	1497		
د سيند اوبه	1531		

په هوا کې د صوت د سرعت داندازه کولو لپاره په يوه داسې توله (نل) کې چې يو سرېې پرانيستې او بل سرېې ترلې وي له ولاړو يا ساکنو موجونو څخه ګټه اخلې (۹– ۱۶) شکل. هغه وخت ولاړ صوتي موج په ښکاره توګه بايد د تولې په ترلې سر کې د يوې غوټې ځای بدلون (تغيير مکان) درلودونکې وي ځکه چې په دی سر کې د هوا حرکت د يوال محدوده وي.



(۹- ۱۶) شکل

(۹– ۱٦) شکل په هغه نل کې چې یو سرې پرانیستی دي ممکنه ولاړ موجونه

په پرانیستی انجام کې موج باید د ځای بدلون یوه خیټه یا بطن ولري. دا ډیره واضح نه ده، خو که چیرې لومړۍ فشار په پام کې ونیسو په هغه پوهیدی شو. فشار باید په پرانیستی انجام کې ثابت باقي پاته شي ځکه چې پرانیستی انجام هوا سره لاره لري له دی کبله په فشار کې هر نوې رامنځ ته شوې کمښت یا زیاتوب له ځنډ پرته له جو څخه یا جوته د هوا په حاضر کیدو ختمیږي او د فشار بدلون له منځه وړي. په دی ترتیب جو یا آزاده هوا لکه د ثابت فشار د مخزن په توګه عمل کوي. دا په بشپړه توګه دقیقه او سمه نه ده، ځکه چې ځینې صوتي موجونه له انجام څخه انعکاس کوي او د محیط په هوا کې پریودیک اهتزازونه تولیدوي، خو دا ښه تقریب دي ځکه چې د شا او خوا ازادي هوا یا، جو د فشار اهتزازونه د نل یا تولې د داخلي اهتزازونو څخه ډیر کم دي. له دې کبله پرانیستی انجام د فشار یوه غوټه ده، لکه څرنګه چې مخکې وویل شول د فشار اصغري ګان د ځای بدلون یا تغییر مکان اعظمي ګان دي، له دی کبله د فشار غوټه د ځای بدلون یا تغییر مکان یوه خیټه یا بطن دي.

د نل په دوو انجامونو کې د دی سرحدي شرایطو سره، ولاړموجونه هغه چې په (۹– ۱٦) شکل کې ښودل شوې دي. که چیرې د تولی یا نل اوږدوالې L وي، ددې ولاړو موجونو طول په لاندې ډول دي.

$$\lambda_1 = 4L ، \lambda_2 = \frac{4}{3}L ، \lambda_3 = \frac{4}{5}L,\ldots \quad (۹- ۷۴)$$

او اړونده فریکونسې ګانې

$$f_1 = \frac{v}{4L},\ f_2 = \frac{3v}{4L},\ f_3 = \frac{5v}{4L},\ldots \quad (۹- ۷۵)$$

یا په عمومي ډول

$$f_n = n\frac{v}{4L} \qquad n = 1,3,5,\ldots \quad (۹- ۷٦)$$

۹– ۱۲: د صوتي موجونو انعکاس The Reflection of Sound Waves

صوتي موجونه د دوو مختلفو محيطونو له ګډې پولې څخه چې مختلف ميخانيکي خواص لري منعکس کيږئ. د بيلګې په توګه کله چې له هوا څخه اوبو ته موجونه تيريږي يا د هغه بر عکس د انرژي زياته برخه منعکس او يوازې يوه کمه برخه يې دويم محيط ته ننوزي.

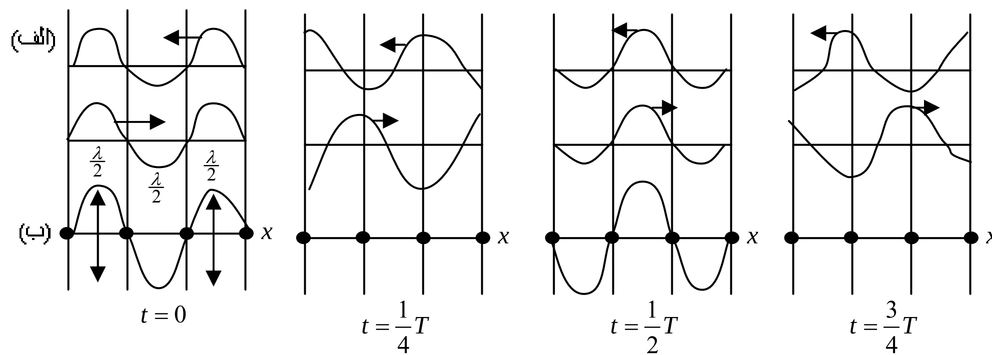
صوتي موجونه په هوا کې له سختو يا جامدو جسمونو څخه هم منعکس کيږي د بيلګې په توګه د ځمکې له سطحې څخه ځرنګه چې مونږ ټولوته د پژواک (Echo) پديده معلومه ده. د صوتي موجونو په انعکاس کې مهم رول د محيط د کثافت ρ او د صوت د سرعت v بدلون لري يا په دقيقه توګه د ρv د کميت بدلون عمده رول لوبوي. په هره اندازه چې د ρv د کميت بدلون زيات وي له يوه محيط څخه بل محيط ته د تيريدو په وخت کې هم هغه اندازه د دغو محيطونو په پوله کې د صوتي موجونو زياته انرژي منعکس کيږي. تجربې ښيي چې د منعکس شوې موج فاز ښايي يا صفر او يا π وي يعنى منعکس شوې موج له وارده موج سره بايد يا هم فازه او يا له هغه سره مخالف فاز ولري.

ρv د محيط د اکو ستيک موجي مقاومت په نوم ياديږي. د منعکسه موج فاز په دى پورې اړه لري چې کوم محيط زيات موجي مقاومت لري. که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت کم وي په دى صورت کې انعکاس د فاز له بدلون پرته تر سره کيږي، بر عکس که چيرې د دويم محيط موجي مقاومت زيات وي منعکسه موج مخالف فاز لري.

۹– ۱۳: ولاړ يا ساکن موجونه Standing Waves

د ولاړو موجونو د مطالعې لپاره دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او دامنه يا امپليتود يې يو شان او مساوي دي په پام کې نيسو. که چيرې دا دوه موجونه په دوو مختلفو جهتونو حرکت وکړي څه واقع کيږي؟ ايا د دواړو موجونو محصله د هغه له حاصل جمع څخه لاس ته راوړي شو.

(۹– ۱۷) شکل ددا ډول موجونو ګراف ښيي. دا ګراف دوه يو ځاى کيدونکې يا ترکيب کيدونکې موجونه چې يو يې ښې خواته او بل يې کيڼې خواته حرکت کوي (۹– ۱۷ الف) شکل ښيي. (۹– ۱۷ ب) شکل د هغو مجموعه چې يو د بل له جمعې نه په ګرافيکي توګه په لاس راځي ښيي.



(9- 17) شکل

لکه څرنګه چې له شکل نه معلومېږي د محصله موج ځانګړتيا په دې کې ده چې د پړی يا رسی په اوږدو کې غوټې وجود لري چې د غوټو په ځای کې پړې هميشه ساکن يا ولاړه وي. په (۹- ۱۷ ب) شکل کې څلورغوټې د نقطو په واسطه ښودل شوې دي. د دوو متوالي غوټو په منځ کې جوف يا خيټه قرار لري چې د موج امپليتود په هغې کې اعظمي قيمت لري.

په (۹- ۱۷ ب) شکل کې موج ډوله انځورونه د ولاړ يا ساکن موج په نوم يادېږي، ځکه چې د موج انځورونه ښيي او کيڼې خواته حرکت نه کوي يا په بل عبارت د اعظميو او اصغريو ځايونه بدلون نه کوي. په لنډه توګه ولاړ موج په لاندې ډول تعريفوو.

که چيرې دوه ساينيز موجونه چې د موج طول او امپليتود يې سره مساوي او يو شان وي د يو بل په مخالف لورې د يوه کش شوې پړې په اوږدوکې حرکت وکړي د يو بل سره د هغو له تداخل نه ولاړ يا ساکن موج رامنځ ته کيږي. د يوه ولاړ موج د تحليل او ارزيابي لپاره دوه يو ځای کيدونکې موجونه چې معادلې يې په لاندې ډول دي په پام کې نيسو:

$$y_1(x,t)=y_m\sin(kx-\omega t) \quad \text{.................................} (۹- ۷۷)$$

$$y_2=(x,t)=y_m\sin(kx+\omega t) \quad \text{.................................} (۹- ۷۸)$$

د نوموړيو موجونو محصله عبارت ده له:

$$y'(x,t)=y_1(x,t)+y_2(x,t)=y_m\sin(kx-\omega t)+y_m\sin(kx+\omega t)$$

د مثلثاتي رابطونه په ګټه اخيستنه سره ليکلې شو چې:

$$y'(x,t)=[2y_m \sin kx]\cos \omega t \quad \text{.........................(۹- ۷۹)}$$

وروستۍ رابطه یو خوځنده موج نه دي، بلکې یو ولاړ یا ساکن موج دي، پس (۹- ۷۹) رابطه د ساکن موج معادله ده. په نوموړې معادله کې د قوس داخل کمیت یعنی $2y_m \sin kx$ د x په محل کې د موج امپلیتود دي. خو څرنګه چې امپلیتود همیشه مثبت دي او $\sin kx$ ښایي منفي هم وي د $2y_m \sin kx$ د کمیت مطلقه قیمت د x په محل کې د موج د امپلیتود په توګه په پام کې نیسو.

په یوه خوځنده ساینیز موج کې د پړې د ټولو برخو لپاره امپلیتود یو شان دي. دا حقیقت د ولاړ موج لپاره چې امپلیتود یې نسبت محل ته بدلون کوي سم نه دي. د بیلګې په توګه د (۹- ۷۹) ولاړ موج په معادله کې د kx د هغو اندازو لپاره چې $\sin kx = 0$ امپلیتود صفر کیږي عبارت دي له:

د $n=0,1,2...$ لپاره $kx=n\pi$ په دی معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

$$x=n\frac{\lambda}{2} \quad \text{غوټې................................(۹- ۸۰)}$$

چې د (۹- ۷۹) معادلې لپاره د صفر امپلیتود ځایونه یا غوټې دي د پام وړ ده چې د متوالي غوټو ترمنځ واټن نیم طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) دي. (د (۹- ۷۹) ولاړ موج اعظمي امپلیتود $2y_m$ دي چې د kx د هغو قیمتونو لپاره چې په هغو کې $(\sin kx)=1$ کیږي په لاس راځي. دا قیمتونه یا ندازې عبارت دي له:

$$kx=\frac{1}{2}\pi,\frac{3}{2}\pi,\frac{5}{2}\pi,...(n+\frac{1}{2})\pi : n=0,1,2,3$$

په پورتنۍ معادله کې د $k=\frac{2\pi}{\lambda}$ د قیمت په وضع کولو سره لرو چې:

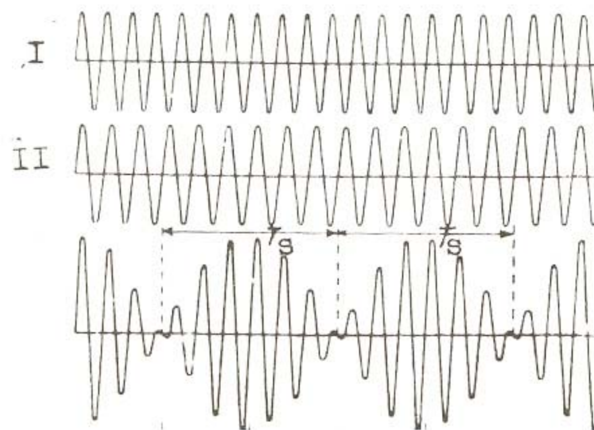
$$x=(n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2} \quad \text{جوفونه ....(۹- ۸۱)}$$

$$n=0,1,2,...$$

وروستۍ رابطه په (۹– ۷۹) معادله کې د اعظمي امپليتود ځايونه يا جوفونه په لاس راکوي. جوفونه يو له بل نه د $\lambda/2$ په اندازه واټن لري او د هرو دوو متوالي جوفونو په منځ کې غوټه قرار لري.

۹– ۱۴: د لړزيدنې اهتزازونه Beats

دوه اهتزازونه چې فريکونسې يې يو له بل څخه ډير کم توپير لري په پام کې نيسو (۹– ۱۸) شکل. د I او II منحني ګانې هارمونيکي اهتزازونه دي. د نظري تحليل او بررسي لپاره فرضوو چې د مرکبه اهتزازونو د فاز توپير صفر دي.



(۹- ۱۸) شکل

که چيرې فرض کړو چې د يوه هارمونيکي اهتزازي حرکت امپليتود b او فريکونسې يې ω_1 او د دويم هارمونيکي اهتزازي حرکت امپليتود هم b، خو فريکونسي يې ω_2 دي. له دې کبله ددې دوو اهتزازونو معادلې په لاندې ډول ليکلې شو:

$$y_1 = b\sin\omega_1 t \quad \text{(۹– ۸۲)}$$

$$y_2 = b\sin\omega_2 t \quad \text{(۹– ۸۳)}$$

د دواړو اهتزازونو مجموعه يا محصله په y سره ښيوو، نو ځکه لرو چې:

$$y = y_1 + y_2 = b(\sin\omega_1 t + \sin\omega_2 t) \quad \text{(۹– ۸۴)}$$

د لاندې مثلثاتي فورمول په کاروني سره

$$\sin \propto + \sin \beta = 2\cos\frac{\propto - \beta}{2}\sin\frac{\propto + \beta}{2}$$

(۹– ۸۴) رابطه په لاندې ډول سره لیکلې شو:

$$y = 2b\cos(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t)\sin(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۸۵)$$

کله چې ω_1 ډېره زیاته ω_2 ته نږدې وي په دی صورت کې به $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ څخه ډېر کوچنی وي. په دی حالت کې د $\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فکتور د $\sin\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t$ په نسبت نظر وخت ته ډېر ورو بدلون کوي. د محصله حرکت عملیه په یوه ښه تقریب سره کولې شو د یوه هارمونیکي اهتزاز په توګه تصور کړو چې د هغه فریکونسي $\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$، خو ددی اهتزاز امپلیتود، یعنی $2b\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t$ خپله د $\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ فریکونسي سره نظر وخت ته په تناوبي ډول بدلون کوي. د محصله اهتزاز امپلیتود له صفر څخه تر یوه اعظمي قیمت $2b$ پورې تزاید کوي دواري کمیږي. دا ډول اهتزازونه د لړزیدنې یا beats په نوم یادوي. د دوو اعظمي امپلیتودونو ترمنځ فاصله د لړزیدنې د دوام په نوم یاد او په T_s سره یې ښیي. دا وخت هغه وخت دي چې $\cos\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}$ له $+1$ څخه تر -1 پورې بدلون کوي. یا په بل عبارت دا هغه وخت دی چې د کوساین قوس د π په اندازه بدلون وکړي، یعني:

$$\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}T_s = \pi$$

له دی ځایه لیکلې شو چې:

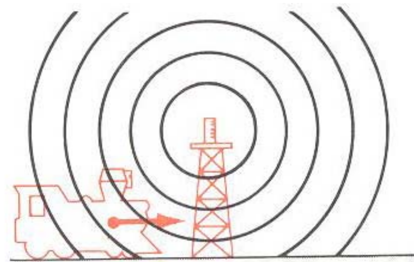
$$T_s = \frac{2\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{1}{f_1 - f_2} = \frac{T_1T_2}{T_2 - T_1} \ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۸۶)$$

د لړزیدنې فریکونسي په f_s سره ښیو او دا فریکونسي عبارت ده له:

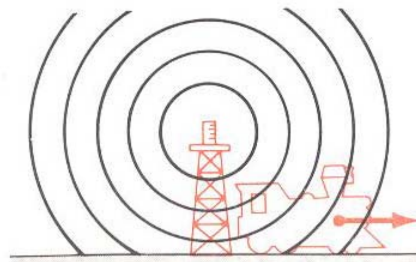
$$f_s = f_1 - f_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹– ۸۷)$$

۹– ۱۵: د دوپلرافکت په صورت کې Doppler Effect for Sound

د دوپلرافکت د صوتي موجونو د منبع او مشاهد د حرکت په پایله کې د نوموړیو موجونو د فریکونسي له بدلون څخه عبارت دي. د معیاري شرایطو لاندې د یوه صوتي موج سرعت کله چې په هوا کې په ساکن سیستم کې اندازه شي $331\,m/\text{sec}$ دي. خو کله چې په هوا کې متحرکت د محاسبې په سیستم کې اندازه شي د محاسبې د سیستم د حرکت د جهت تابع دي ښایي زیات یا کم شي. د بیلګې په توګه که چیرې یو اورګاړي (ترین) چې په $30\,m/\text{sec}$ سرعت حرکت کوي یوه ساکن انتن ته نږدې شي (۹– ۱۹ الف) شکل، د صوتي موج سرعت به داورګاړي په نسبت $361\,m/\text{sec}$ وي، او که چیرې اورګاړي له آنتن څخه لیرې شی د (۹– ۱۹ ب) شکل، د صوت د موج سرعت به $301\,m/\text{sec}$ وي.



(الف)



(ب)

(۹– ۱۹) شکل (الف) اورګاډي آنتن ته نږدې کیږي. اورګاډي نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د زیاتو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي. ب، اورګاډي له آنتن څخه لیرې کیږئ نسبت هغه حالت ته چې ساکن وي د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کیږي

د اورګاډي حرکت يوازې د صوتي موجونو په سرعت نه، بلکې د هغو په فريکونسي باندې هم آغيزه کوي. د بيلګې په توګه که چيرې اورګاډي آنتن ته نږدې شي مخامخ صوتي موجونو ته ورداخليږي (۹– ۱٦) شکل، له دې کبله نسبت هغه وخت ته چې ساکن وي په واحد وخت کې د زياتو موجونو له جبهې سره مخامخ کيږئ، او که چيرې اورګاړي له آنتن څخه ليرې شي د صوتي موجونو سره يو ځاى حرکت کوي (۹– ۱٦ ب) شکل له دې کبله د کمو موجونو له جبهې سره مخامخ کيږي. په پايله کې په اورګاړي کې مشاهد، اخيستونکې يا ثبت کونکې آنتن ته د نږدې کيدو په وخت کې زياتې فريکونسي ترلاسه کوي او د ليرې کيدو په وخت کې کمې. د فريکونسي دا ډول بدلون چې د اخيستونکې او يا ليږدونکې د حرکت له امله رامنځ ته کيږي د دوپلر د ليږد په نوم ياديږي. د فريکونسي د ليږد د محاسبې لپاره له هغې رابطې څخه ګټه اخلو، چې د سرعت، د موج طول او فريکونسي ترمنځ وجود لري، يعنې:

$$f=\frac{v}{\lambda} \quad \ldots\ldots (۹- ۸۸)$$

او د اورګاډي د پورتنى مثال لپاره لرو چې:

$$f'=\frac{v'}{\lambda} \quad \ldots\ldots (۹- ۸۹)$$

د پورتنيو رابطو له تقسيم څخه لرو چې:

$$\frac{f'}{f}=\frac{v'}{v} \quad \ldots\ldots (۹- ۹۰)$$

د اورګاډي سرعت چې د صوتي موجونو د اخيستونکې يا ثبت کونکې په توګه عمل کوي په V_{R} سره ښيو د اورګاډي د محاسبې په سيستم کې د صوت سرعت $V'=V\pm V_R$ دې، چې په هغه کې مثبته علامه د صوت د منبعې په خوا د اورګاډي د حرکت او منفي علامه د صوت له منبعې څخه د اورګاډي د حرکت آړوند ده. په پايله کې (۹– ۹۰) معادله لاندې بڼه ځان ته غوره کوي.

$$f'=f\left(\frac{V\pm V_R}{V}\right)$$

يا

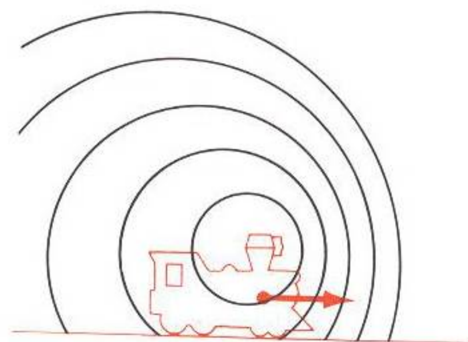
$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \quad \text{(۹− ۹۱)}$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کیدونکې او منفي علامه د لیرې کیدونکې اخیستونکې یا ثبت کونکې لپاره ده. (۹− ۸۹) رابطه په خوځنده ثبت کونکې کې فریکونسي ده.

پاملرنه وکړي چې که چیرې ثبت کونکې د $V_R = V$ په سرعت له منبع څخه لیرې شي. هغه وخت د f' فریکونسي صفر کیږي دا په دی مانا ده چې منبع په دقیقه توګه له موجونو سره حرکت کوي له دې کبله د موج هیڅ جبهه په لاس نه راوړي. که چیرې ثبت کونکې له V څخه په زیات سرعت سره له منبعې څخه لیرې شي هغه وخت (۹− ۹۱) رابطه منفي فریکونسي راکوي دا په دې مانا ده چې ثبت کونکې د موجونو هغه جبهه چې له شا ورپسې راځي شاته پریږدي او خپله ورڅخه ځي. (۹− ۹۱) رابطه نه یوازې د صوتي موجونو لپاره، بلکې د اوبو د موجونو او نورو موجونو لپاره هم کارول کیږي.

که چیرې هغه منبع چې صوتي موجونه یا نور موجونه خپروي په حرکت کې او ثبت کونکې ساکن وي بیا د خپرې شوې فریکونسي او هغې فریکونسي ترمنځ چې ثبت کونکې یې ښکاره کوي لیږد (انتقال) واقع کیږي. د بیلګې په توګه که چیرې هغه اورګاډي چې تم ځای یا ستشن ته نږدې کیږي خپل آلارم (د اروګاډي مخصوص هارن) وغږوي د الارم په واسطه د پرله پسې موجونو جبهه د الارم په مسیر په منظمو فاصلو کې متمرکز کیږي په مخامخ لوري یا جهت د موجونو تجمع یو بل ته نږدې او د شاخواته یا مخ په شټې یو له بل څخه زیاته فاصله لري (۹− ۲۰) شکل. په پایله کې یو ساکن یا ولاړ ثبت کونکې کله چې د اورګاډي په مخ کې ولاړ وي زیاتې فریکونسي او کله چې د هغه شا ته ولاړوي کمې فریکونسې ترلاسه کوي.

کله چې اورګاډي د ولاړ یا ساکن ثبت کونکې له څنګ څخه تیریږي ترلاسه شوې فریکونسي په نابیره توګه سقوط کوي.



(۹- ۲۰)

(۹– ۲۰) شکل د حرکت په حال کې اورګاډي صوتي موجونه خپروي د اورګاډي په مخ کې د موج طول لنډ او د اورګاډي شاته د موج طول د هغه د سکون له حالت څخه زيات دي.

د اورګاډي سرعت کله چې د صوتي موجونو د خپرونکې په توګه عمل کوي په V_E سره ښيو. د فريکونسي د هغه بدلون د محاسبې لپاره چې د خپرونکې د حرکت له امله رامنځ ته شوې دي، لومړۍ پاملرنه کوو چې د $\frac{1}{f}$ په وخت کې له يو پريود سره معادل دي، اورګاډي د $\frac{1}{f}V_E$ فاصله طې کوي او په دې حالت کې د موج طول له خپلې عادي اندازې λ څخه لنډ او يا اوږد دي. يعنې $\acute{\lambda} = \lambda \mp \frac{V_E}{f}$ په دې رابطه کې د منفي علامه د اورګاډي په مخ کې د موج په طول پورې او مثبت علامه د اورګاډي شاته د موج په طول پورې اړه لري. له دې کبله نوې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = \frac{V}{\acute{\lambda}} = \frac{V}{\lambda \mp \frac{V_E}{f}} = \frac{V}{\frac{V}{f} \mp \frac{V_E}{f}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۲)$$

يا:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۹۳)$$

په پورتنۍ رابطه کې منفي علامه د نږدې کیدونکې خپرونکې او مثبت علامه د لیرې کیدونکې خپرونکې لپاره ده. (۹– ۹۱) رابطه د خوځنده یا متحرک خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فریکونسي ده. تجربې ښیي چې د خپرونکې او ثبت کونکې حرکت په فریکونسي تقریباً یو شان اغیزه لري په کمو سرعتونو کې د فریکونسي لیږد که خپرونکې په حرکت کې وي او یا ثبت کونکې د حرکت په حال کې وي یو شان دي. له ثبت کونکې یا اخیستونکې څخه منظور ناظر یا مشاهد دي.

(۹– ۵) مثال:

فرض کړي آنتن ساکن او اورګاډي د $30\,{}^{m}/_{\sec}$ په سرعت هغه ته نږدې کیږي، آنتن د $440Hz$ په فریکونسي صوت یا غږ خپروي. هغه فریکونسي چې په اورګاډي کې ترلاسه کیږي پیدا کړي؟

حل: لرو چې:

$$f' = f\left(1+\frac{V_R}{V}\right) = 440Hz\left(1+\frac{30\,{}^{m}/_{\sec}}{331\,{}^{m}/_{\sec}}\right) = 480Hz$$

(۹– ٦) مثال:

فرض کړي چې د یوه اورګاډي الارم چې په $30\,{}^{m}/_{\sec}$ سرعت سره یوه ولاړ یا ساکن ناظر ته نږدې کیږي د $440Hz$ په فریکونسي صوت خپروي. ناظر کومه فریکونسي اوري؟

حل: له (۹– ۹۳) رابطې څخه لرو چې:

$$f' = f\,\frac{1}{1-\frac{V_E}{V}} = \frac{440Hz}{1-\frac{30\,{}^{m}/_{\sec}}{331\,{}^{m}/_{\sec}}} = 484Hz$$

۹– ۱٦:د فصل لنډيز

- اهتزازي حرکتونه هغو حرکتونو ته ويل کيږي چې يو جسم يا سيستم په واروار د خپل تعادل له حالت څخه يوه خوا او بله خوا تيريږي او هرځل بيرته هغه ته راګرځي. که چيرې دابيرته راګرځيدنه له مساوي وخت څخه وروسته ترسره شي دا ډول اهتزازونه د پريوديکي اهتزازونو په نوم ياديږئ.
- هارمونيک اهتزازونه هغو اهتزازونو ته ويل کيږي چې په هغو کې اهتزاز کونکې کميت مثلاً د رقاصې انحراف يا تغيير مکان د وخت په نسبت د ساين او کوساين د قانون په مطابق بدلون کوي.
- د هارمونيکي اهتزاز معادله کله چې لومړنۍ فاز مساوي صفر وي عبارت دي له:

$$X = A\sin\omega t \quad (۹–۹۴)$$

د لومړنۍ فاز د موجوديت په صورت کې د هارمونيکي اهتزاز معادله په لاندې ډول ده:

$$X = A\sin(\omega t + \varphi_0) \quad (۹–۹۵)$$

- ساده يا رياضيکي رقاصه د m په کتلې سره د يوې مادې نقطې څخه عبارت ده چې د يوه بی وزنه تار په پای پورې ځړول شوې ده. د هغه حرکت کله چې د اهتزاز امپليتود کم وي تقريباً يو ساده اهتزاز دي. د ساده رقاصې زاويه يي فريکونسي او پريود په لاندې ډول دئ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad (۹–۹٦)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad (۹–۹۷)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \quad (۹–۹۸)$$

- فزيکي يا مرکبه رقاصه يو جسم دي چې له يوه دوراني محور څخه چې د ثقل له مرکز څخه د ℓ په فاصله واقع دي ځوړندوي. که چيرې د جسم د عطالت مومنت د دوران د محور په نسبت J وي د نوموړي رقاصې زاويه يي فريکونسي او تناوب مساوي دي په:

$$\omega = \sqrt{\frac{mg\ell}{J}} \quad \text{(۹- ۹۶)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{J}{mg\ell}} \quad \text{(۹- ۱۰۰)}$$

- په هارمونيکي اهتزاز کې د انرژي د تحفظ قانون عبارت دي له:

$$W = W_K + W_P = const$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = const \quad \text{(۹- ۱۰۱)}$$

- په محيط کې د اهتزاز خپريدو ته څپه ايزه پروسه يا څپه وايي. څپې يا موجونه په دوه ډوله طولي او عرضي دي.
- هغه اهتزازونه چې په تدريجي توګه يې امپليتود کميږي او په پای کې مهتزز جسم ودريږي د تبخيري يا مستهلک اهتزاز په نوم ياديږي.
- د تبخيري اهتزاز معادله په لاندې ډول ده.

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = 0 \quad \text{(۹- ۱۰۲)}$$

- د اهتزازونو د ساتنې او دوام لپاره بايد له يوې خارجي منبع څخه په خاموش کونکي يا تبخيري محيط کې سيستم ته په هغه مقياس انرژي ورسول شي په کوم مقياس چې انرژي ضايع کيږي. دا ډول حرکت چې په هغه کې انرژي له خارج څخه تأمينيږي د اجباري يا هدايت کونکي اهتزاز په نوم ياديږي.
- د اجباري اهتزاز معادله عبارت ده له:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega t + \theta_0) \quad \text{(۹- ۱۰۳)}$$

- د موجي حرکت معادله په لاندې ډول ده:

$$y = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \quad \text{(۹- ۱۰۴)}$$

- د صوت د سرعت فورمول عبارت دي له:

$$V = \sqrt{1,40 \frac{P_0}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۵)$$

په پورتنۍ رابطه کې P_0 او ρ_0 په ترتيب له اختلال مخکې فشار او کثافت دي.

- د ساکن يا ولاړ موج معادله په لاندې ډول ده:

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx]\cos \omega t \ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۶)$$

- د لړزيدنې په اهتزازونو کې د لړزيدنې فريکونسي مساوي ده په:

$$f_s = f_1 - f_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۷)$$

- د دوپلر دافکت پر بنسټ په خوځنده ثبت کونکې کې فريکونسي عبارت ده له:

$$\acute{f} = f(1 \mp \frac{V_R}{V}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (۹- ۱۰۸)$$

په پورتنۍ رابطه کې مثبت علامه د نږدې کيدونکې او منفي علامه د ليرې کيدونکې ثبت کونکې لپاره ده.

- د خوځنده خپرونکې لپاره په ثبت کونکې کې فريکونسي په لاندې ډول ده:

$$\acute{f} = f\left(\frac{1}{1 \mp \frac{V_E}{V}}\right)$$

منفي علامه د نږدې کيدونکې خپرونکې او مثبت علامه د ليرې کيدونکې خپرونکې لپاره ده.

د نهم فصل تمرين

1. د يوې ذرې تغيير مکان د $x = 4\cos(3\pi t + \pi)$ معادلې مطابق ترسره کيږي که چيرې فاصله په متر او وخت په ثانيه اندازه شي پيدا کړې

الف) د اهتزاز امپليتود

ب) د اهتزاز فريکونسي او پريود

ج) د ذرې موقعيت د $t = 0$ په لحظه کې

ځوابونه (الف: $4m$ ، ب: $0.67Hz$ $1.5sec$، ج: $-4m$)

2. په پورته سوال کې د بيان شوې ذرې لپاره د t په وخت کې سرعت او تعجيل پيدا کړې همدا رنګه د t=0 په لحظه کې د ذرې اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل پيدا کړې؟

ځوابونه:

$$V = -12\pi \sin(3\pi t + \pi); V_m = 0$$

$$a = -36\pi^2 \cos(3\pi t + \pi); a_m = 36\pi^2 \, m/\sec^2$$

3. يوه ذره هارمونيک اهتزاز ترسره کوي که چيرې د حرکت معادله يې $X = 5\cos(2t + \pi/6)$ ، فاصله په سانتي متر او وخت په ثانيه اندازه شي. د $t = 0$ په لحظه کې پيدا کړې

الف) د ذرې تغيير مکان

ب) د هغې سرعت او تعجيل

ج) د حرکت امپليتود او پريود

ځوابونه: (الف: $4,3cm$ ، ب: $-5\, m/\sec$, $-17\, cm/\sec^2$ ، ج: $\pi \sec, 5cm$)

4. يوه ذره هارمونيک اهتزاز کوي په هر سايکل يا دوران کې مجموعاً $20cm$ فاصله طې کوي او اعظمي تعجيل يې $50\, m/\sec^2$ دی. پيدا کړې

الف) د اهتزاز زاويوي فريکونسي

ب) د ذرې اعظمي سرعت

ځوابونه: (الف: $3,33\, rad/\sec$ ، ب: $16,65\, cm/\sec$)

5. يوه ساده رقاصه (رياضيکي رقاصه) چې پريود يې $2,5\sec$ دي

الف) د رقاصې طول پيدا کړئ؟

ب) د نوموړي رقاصې پريود به د سپوږمۍ په مخ چيرې چې $\left(g_m = 1,67\, m/\sec^2\right)$ دي پيدا کړئ؟

ځوابونه: (الف: $1,55m$، ب: $6\sec$)

6. د يوې ساده رقاصې طول $10m$ دي د رقاصې فريکونسي او پريود پيدا کړئ.

ځواب: ($T = 6,35\sec,\ f = 0,158Hz$)

7. يوه ساده رقاصه چې طول يې $2m$ دي په داسې ځاى کې اهتزاز کوي چې $g = 9,80\, m/\sec^2$ دي. معلوم کړئ چې په $5\min$ کې نوموړي رقاصه څو اهتزازه ترسره کوي. ځواب: (106)

8. يوه ساده رقاصه چې طول يې $3m$ دي که چيرې نوموړي رقاصه له هغه ځايه چې هلته $g = 9,80\, m/\sec^2$ دي داسې ځاى ته وليږدول شي چې لوړوى او هلته $g = 9,78\, m/\sec^2$ وي د نوموړي رقاصې د پريود بدلون معلوم کړئ.

ځواب: ($1,78 \cdot 10^{-3} \sec$)

9. يو جسم ساده اهتزازي حرکت ترسره کوي، فريکونسي يې $4Hz$ او امپليتود يې $18cm$ دي پيدا کړئ.

الف) اعظمي سرعت او اعظمي تعجيل

ب) د $x = 9cm$ لپاره يې سرعت او تعجيل

ځواب: (الف: $V_m = 144\pi$، ب: $a_m = 1152\pi^2\, cm/\sec^2$)

10. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,800kg$ او د فنر ارتجاعيت يې $140\, N/m$ دي

الف) د تناوب وخت يې پيدا کړئ؟

ب) خطي فريکونسي يې پيدا کړئ؟

ج) زاويه يي فريکونسي يې پيدا کړئ؟

ځوابونه: (الف: 0.47 ب: $2,1Hz$، ج: $13,2\, rad/\sec$)

11. د يوه اهتزاز کونکې جسم کتله $0,400kg$ او د تناوب وخت يعنی پريود يې $0,200\sec$ دي د فنر ارتجاعيت پيدا کړي. ځواب: ($394\, {N}/{m}$)

12. يو جسم د يوه فنر په انجام کې چې د ارتجاعيت ضريب يې $200\, {N}/{m}$ دي محکم شوې دي نوموړي سيستم په $4Hz$ فريکونسي سره اهتزاز کوي پيدا کړي

الف) د تناوب وخت

ب) زاويه يي فريکونسي

ج) د جسم کتله

ځوابونه: (الف: $0,25\sec$، ب: $25,12\, {Rad}/{\sec}$، ج: $0,317kg$)

13. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليتود يې $5cm$ او پريود يې $0,5\sec$ دي؟

ځواب: ($X = A\sin\frac{2\pi}{T}\cdot t = 0,05\sin\pi t$)

14. د هغه اهتزازي حرکت معادله وليکي چې امپليتود يې $4cm$ او فريکونسي يې $f = 50Hz$ ؟

ځواب: $X = A\sin 2\pi ft = 0,04\sin 100\pi t$

15. د يوې رقاصې طول $98m$ دي.نوموړې رقاصه په څومره وخت کې يو اهتزاز بشپړه وي؟ ځواب: ($20\sec$)

16. د ځمکې د جاذبې تعجيل د ټاکلو په منظور يې هغه رقاصه غوره کړې چې د سيم اوږدوالې يې $90,7cm$ او د يوې پولادي چرې (ساچمه) نه چې قطر يې $40mm$ دي تشکيل شوې ده. پس له تجربې معلومه شوه چې نوموړې رقاصه 100 اهتزازه په $193\sec$ کې ترسره کوي. د نوموړې رقاصې په مرسته اندازه شوې تعجيل څومره دي؟

ځواب: ($9,82\, {m}/{\sec^2}$)

17. يو جسم د يوه فنر له انجام نه ځوړند او هارمونيک اهتزاز تر سره کوي. په هغه لحظه کې چې د جسم تغيير مکان د هغه د امپليتود نيمايي وي د جسم د مجموعي انرژي کومه برخه حرکي او کومه برخه يې پوتانشيل انرژي ده؟

ځواب: ($\frac{3}{4}$ حرکي او $\frac{1}{4}$ پوتانشیل)

18. یو جسم چې کتله یې $0,10kg$ او د یوه فنر په انجام پورې چې د ارتجاعیت ضریب یې $10\,{}^{N}\!/\!{}_{m}$ دي ځوړند او اهتزاز ترسره کوي. د اهتزاز پریود پیدا کړي؟

ځواب: ($0,628\sec$)

19. یوه نقطه د $10cm$ په امپلیتود د $20Hz$ فریکونسي او د $\frac{\pi}{2}$ په لومړنۍ فاز سره اهتزاز کوي. د نوموړي نقطې سرعت او تعجیل د $t=\frac{1}{120}\sec$ په وخت کې پیدا کړي؟

ځواب: ($-1,4\cdot10^{5}\,{}^{cm}\!/\!{}_{\sec^{2}},\ 630\,{}^{cm}\!/\!{}_{\sec}$)

20. د یوې نقطې اهتزاز د $X=\sin\frac{\pi}{6}t$ له معادلې سره سم ترسره کیږي د نوموړې نقطې سرعت او تعجیل پیدا کړي؟ ځواب: ($\frac{-\pi^{2}}{36}\sin\frac{\pi}{6}t,\frac{\pi}{6}\cos\frac{\pi}{6}t$)

The Greek Alphabet لومړی ضمیمه

Alpha	α	Eta	η	Pi	π
Beta	β	Theta	θ	Rho	ρ
Gamma	γ	Lamda	λ	Sigma	σ
Delta	δ	Mu	μ	Phi	Φ
Epsilon	ε	Nu	ν	Omega	ω

Some physical Data and Constants

Acceleration due to gravity	$9.8 {}^{m}/_{sec}$
Average earth-moon distance	$3.84 \times 10^{8} m$
Average earth-sun distance	$1.49 \times 10^{11} m$
Average radius of the earth	$6.37 \times 10^{6} m$
Avogadros number (NA)	$6.022 \times 10^{23} (gmole)^{-1}$
Density of air	$1.29 {}^{kg}/_{m^3}$
Density of water ($20°C\ 1atm$)	$1.00 \times 10^{3} {}^{kg}/_{m^3}$
Gas constant (R)	$8.31 {}^{J}/_{k \cdot mole}$
Gravitational constant (G)	$6.627 \times 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$
Mass of the earth	$5.99 \times 10^{24} kg$
Mass of the moon	$7.36 \times 10^{22} kg$
Mass of the sun	$1.99 \times 10^{30} kg$
Speed of light (vacuum)	$2.9979 \times 10^{8} {}^{m}/_{sec}$
Standard atmosphere pressure	$1atm = 1.013 \times 10^{5} \frac{N}{m^2} (Pa)$

Trigonometric Table

Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent	Angle in Degrees	Angle in Radians	Sine	Cosine	Tangent
0°	0.000	0.000	1.000	0.000					
1°	0.017	0.017	1.000	0.017	46°	0.803	0.719	0.695	1.036
2°	0.035	0.035	0.999	0.035	47°	0.820	0.731	0.682	1.072
3°	0.052	0.052	0.999	0.052	48°	0.838	0.743	0.669	1.111
4°	0.070	0.070	0.998	0.070	49°	0.855	0.755	0.656	1.150
5°	0.087	0.087	0.996	0.087	50°	0.873	0.766	0.643	1.192
6°	0.105	0.105	0.995	0.105	51°	0.890	0.777	0.629	1.235
7°	0.122	0.122	0.993	0.123	52°	0.908	0.788	0.616	1.280
8°	0.140	0.139	0.990	0.141	53°	0.925	0.799	0.602	1.327
9°	0.157	0.156	0.988	0.158	54°	0.942	0.809	0.588	1.376
10°	0.175	0.174	0.985	0.176	55°	0.960	0.819	0.574	1.428
11°	0.192	0.191	0.982	0.194	56°	0.977	0.829	0.559	1.483
12°	0.209	0.208	0.978	0.213	57°	0.995	0.839	0.545	1.540
13°	0.227	0.225	0.974	0.231	58°	1.012	0.848	0.530	1.600
14°	0.244	0.242	0.970	0.249	59°	1.030	0.857	0.515	1.664
15°	0.262	0.259	0.966	0.268	60°	1.047	0.866	0.500	1.732
16°	0.279	0.276	0.961	0.287	61°	1.065	0.875	0.485	1.804
17°	0.297	0.292	0.956	0.306	62°	1.082	0.883	0.469	1.881
18°	0.314	0.309	0.951	0.325	63°	1.100	0.891	0.454	1.963
19°	0.332	0.326	0.946	0.344	64°	1.117	0.899	0.438	2.050
20°	0.349	0.342	0.940	0.364	65°	1.134	0.906	0.423	2.145
21°	0.367	0.358	0.934	0.384	66°	1.152	0.914	0.407	2.246
22°	0.384	0.375	0.927	0.404	67°	1.169	0.921	0.391	2.356
23°	0.401	0.391	0.921	0.424	68°	1.187	0.927	0.375	2.475
24°	0.419	0.407	0.914	0.445	69°	1.204	0.934	0.358	2.605
25°	0.436	0.423	0.906	0.466	70°	1.222	0.940	0.342	2.747
26°	0.454	0.438	0.899	0.488	71°	1.239	0.946	0.326	2.904
27°	0.471	0.454	0.891	0.510	72°	1.257	0.951	0.309	3.078
28°	0.489	0.469	0.883	0.532	73°	1.274	0.956	0.292	3.271
29°	0.506	0.485	0.875	0.554	74°	1.292	0.961	0.276	3.487
30°	0.524	0.500	0.866	0.577	75°	1.309	0.966	0.259	3.732
31°	0.541	0.515	0.857	0.601	76°	1.326	0.970	0.242	4.011
32°	0.559	0.530	0.848	0.625	77°	1.344	0.974	0.225	4.331
33°	0.576	0.545	0.839	0.649	78°	1.361	0.978	0.208	4.705
34°	0.593	0.559	0.829	0.675	79°	1.379	0.982	0.191	5.145
35°	0.611	0.574	0.819	0.700	80°	1.396	0.985	0.174	5.671
36°	0.628	0.588	0.809	0.727	81°	1.414	0.988	0.156	6.314
37°	0.646	0.602	0.799	0.754	82°	1.431	0.990	0.139	7.115
38°	0.663	0.616	0.788	0.781	83°	1.449	0.993	0.122	8.144
39°	0.681	0.629	0.777	0.810	84°	1.466	0.995	0.105	9.514
40°	0.698	0.643	0.766	0.839	85°	1.484	0.996	0.087	11.43
41°	0.716	0.656	0.755	0.869	86°	1.501	0.998	0.070	14.301
42°	0.733	0.669	0.743	0.900	87°	1.518	0.999	0.052	19.081
43°	0.750	0.682	0.731	0.933	88°	1.536	0.999	0.035	28.636
44°	0.768	0.695	0.719	0.966	89°	1.553	1.000	0.017	57.290
45°	0.785	0.707	0.707	1.000	90°	1.571	1.000	0.000	∞

References اخځليکونه

1. Young Freedman 1996. University Physics
   Ninth Edition, Addison-Wesley Publishing com.INC
2. Douglas C. Giancoli 1995. Physics Prentice Hall
   International.INC
3. Hugh D.Young 1992. Univeristy Physics
   Eight Edition. Addision- Wesley Publishing Company.
4. Sexway 1986. Physics for Scientists and Engineers
   Sannder Golden Sanburst series.
5. Hans C. Ohanian. John T. Markert 2007
   Physics for Engineers and Scientist, W.W.Norton and Company New York-London.
6. Hewitt. Suchocki Hewitt 1999
   Conceptual Physical Science Second Edition. Addision Wesley Longman.
7. Yavorsky B.M. Selezrew 1979 Physics. A Reference
   Course Mir Publishers Moscow
8. Pajobckuu P.N 1979 Kypo puguku ugatellcmbo “Bewal wkola” Mockba
9. Ctmpelcob C. П. 1975. MEXANKA uggatellcmbo
   Hayka Mockba

10. دیود هالیدی، رابرت ریزنیک، جرل واکر 2001
   مبادی فزیک. جلد اول میکانیک و گرما
   مترجمین: محمد رضا جلیلیان نصرتی و محمد عابد انتشارات صفار-اشراقی

11. هیویانگ 1992: فزیک دانشگاهی جلد اول میخانیک
   ترجمه: فضل الله فروتن. نشر علوم دانشگاهی

12. واگتر فزیک میخانیک....

13. ستانیزی. عبدالظاهر، 1281 فزیک عمومی جلد اول-پوهنتون کابل پوهنحی ساینس